UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DE RIBEIRÃO PRETO
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL

A Utilização do Contexto dos Produtos Naturais como Eixo Integrador de
Conhecimento Químico Historicamente Construído no Ensino de Química Orgânica

RODRIGO FERNANDO CAETANO

RIBEIRÃO PRETO

2021

RODRIGO FERNANDO CAETANO

A Utilização do Contexto dos Produtos Naturais como Eixo Integrador de
Conhecimento Químico Historicamente Construído no Ensino de Química Orgânica

Dissertação de mestrado apresentada no
Programa de Mestrado Profissional em
Química da Universidade de São Paulo.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Marcos Donate

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Caetano, Rodrigo Fernando

A Utilização do Contexto dos Produtos Naturais como Eixo Integrador de Conhecimento Químico Historicamente Construído no Ensino de Química Orgânica. Ribeirão Preto, 2021.

203 p. : il.

Dissertação de Mestrado, apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto/USP. Área de concentração: Educação em Química.

Orientador: Donate, Paulo Marcos.

1. Química (Ensino e Aprendizagem) 2. Produtos Pedagógicos. 3. Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK). 4. Eixo Integrador do Conhecimento. 5. Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pela oportunidade de estar novamente na evolução da esfera terrena e ter os desafios e oportunidades de desenvolvimento buscando, dentro do limite de minha compreensão, a aprender em adquirir uma consciência voltada ao amor mediante ao autodescobrimento da busca da própria iluminação interior.

Agradeço aos meus pais, Sonia e Jorge, por todo amor, carinho, dedicação dentro de todas as circunstâncias que sofreram e se abdicaram para que eu pudesse ter a melhor condição de vida e desenvolvimento da pessoa que eu sou hoje. Gratidão a Deus por ter os melhores pais do mundo. Obrigado pelo seu amor!

A minha irmã Daniela companheira de “diversas aventuras” que sempre esteve ao meu lado em todos os momentos. Que as nossas competições continuem porque elas são o combustível para o meu desenvolvimento pessoal. Obrigado pelo seu amor!

Ao meu primo Leandro que ao perder a sua mãe muito cedo e aconchegado ao lar de meus pais desde os cinco anos de idade foi abraçado como irmão e com isso sempre tentei ser o melhor exemplo para que você seguir o seu caminho. Obrigado por estar junto em nossa jornada com seu amor e carinho!

A minha madrinha, Maria de Fátima, minha segunda mãe, por não deixar de unir e ensinar o que é família e de convencer ao meu pai de colocar-me na escola privada no terceiro ano do ensino médio para que eu tivesse a oportunidade de estar aqui escrevendo agora esse agradecimento. Gratidão infinita a você ao tio Jorge, ao Anderson (mais conhecido como Pitu) e a Maria Claudia. Obrigado pelo amor de vocês!

A todos os meus avós, tios, tias, primos e primas obrigado por cada pedaço de amor, experiência, ensinamentos ao longo dessa jornada.

Aos todos os meus amigos que passaram em minha vida e, em especial, a Altino Barbosa Junior (falecido). Mais do que um amigo, um irmão que estará no meu coração em toda a minha peregrinação terrestre.

Agradecimento a Valéria M. B. Santiago Franchini, psicóloga, que entre os meus 20 a 32 anos de idade auxilio-me a não desistir da vida no período mais difícil

da minha existência quando encontrava com depressão, a lutar contra a minha síndrome de cão vira lata, de fazer acreditar no meu potencial e de visualizar que a vida tem todo o seu sentido. Obrigado por acreditar em não desistir da vida!

Obrigado aos meus amigos do Centro Espírita Donzela de Orleans, Pedro, Nádia, Wagner e Everaldo por me abraçarem, como todo amor e carinho, dentro dessa casa de benção e de me orientarem no estudo e desenvolvimento da Doutrina Espírita que me propõem razão, discernimento e compreensão de tudo que vivemos e porquê da nossa existência dentro da conjuntura universal que fazemos parte. Obrigado por ensinar!

Um agradecimento especial a minha esposa, Rafaella, que nesses 10 anos, 8 meses e 18 dias a partir da data que escrevo esse agradecimento (07/04/2021) tem sido a minha na companhia de aventura e desafios que a vida nos propõe. Sempre ao meu lado nos momentos mais difíceis dentro desse período você é o meu porto seguro (mesmo que, às vezes, seja um cabeça dura e não sigo as suas sugestões das dificuldades que ainda persistem dentro de mim. Obrigado por me amar do jeito que sou, pelo seu amor e carinho! Que possamos concluir o nosso um mil mol de beijos!

Agradecimento ao professor Lucas Fernando, de Língua Portuguesa, e a diretora da Escola Estadual Prof. Walter Paiva, Fernanda Carvalho, por alertar-me do projeto do PROQUI. Obrigado por acreditarem em meu potencial!

Agradecimento a CAPES pela oportunidade de desenvolver esse trabalho tendo os professores que participaram do projeto PROFQUI como alicerce desse trabalho e, em especial ao Professor Dr. Marcos Paulo Donate que, para mim, foi mais que um orientador foi um pai que ensinou a seu filho a aprender dentro da retomada do prazer em estudar e realizar uma pesquisa científica. Mas não se esqueça Professor Donate você perdeu para mim no truco em 1999 e em 2000 no dia do Químico. Obrigado pela oportunidade!

Por fim, agradecimento aos colegas dessa jornada que com muita dedicação e força de vontade atingirão assim como eu, objetivos maiores dentro de nossa profissão. Obrigado pela companhia dessa dura jornada!

Amor, felicidade e paz a todos!

EPÍGRAFE

“Os voos de grande altura pedem asas fortes”.

Alfredo – Os mensageiros da luz – Chico Xavier

“Todo desafio tem como função nos tornar mais conscientes do nosso objetivo interior, ou melhor, favorecer-nos um processo de *individualização consciente*. Sem os desafios, a busca do sentido existencial perderia sua intensidade, ou talvez até nem preocupássemos em buscá-lo”.

Iris Sinoti

“Não é o crítico que importa; nem aquele que aponta onde foi que o homem tropeçou ou como autor das façanhas poderia ter feito melhor. O crédito pertence ao homem que está por inteiro na arena da vida, cujo rosto está manchado de poeira, suor e sangue; que luta bravamente; que erra, que decepçiona, porque não há esforço sem erros e decepções; mas que, na verdade, se empenha em seus feitos; que conhece o entusiasmo, as grandes paixões; que se entrega a uma causa digna; que, na melhor das hipóteses, conhece no final o triunfo da grande conquista e que, na pior, se fracassar, ao menos fracassa ousando grandemente”.

Theodore Roosevelt

RESUMO

A formação educacional escolar básica se constitui a partir transmissão de conhecimentos historicamente construídos ao longo das diversas culturas da humanidade a fim de possa contribuir no desenvolvimento dos potenciais do indivíduo dentro da sociedade. Em particular, o Ensino Médio deve-se orientar aos seus alunos o processo de ensino-aprendizagem no mundo do trabalho bem como a formação da cidadania no processo de continuar a aprender. E a Química como sendo uma das Ciências Naturais promove a compreensão da matéria e suas respectivas transformações, desenvolvimento tecnológico que visam a produção do desenvolvimento da sociedade. Contudo, os atuais currículos mínimos em relação ao conteúdo e processos de ensino-aprendizagem em Química não se constituem como fatores de uma aprendizagem relevante. Isso é evidenciado dentro do processo de ensino-aprendizagem em Química Orgânica onde seus conteúdos são ensinados em forma de memorização em especial, nas funções orgânicas, ocasionado desinteresse na aprendizagem desse conteúdo. Assim, Lee Shulman através do seu Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK) retoma a importância do professor dentro do processo aprender e ensinar o conteúdo utilizando-se da experiência e do conhecimento na sinergia de práticas pedagógicas que viabilizam desses processos e a retomada de sua importância em se aprender Química. Assim sendo, foram elaborado um PCK a partir do modelo transformativo que pretende a partir da composição de produtos pedagógicos, dispostos em decorrência a um eixo integrador do conhecimento, com o propósito no desenvolvimento histórico das substâncias orgânicas a partir de Produtos Naturais em paralelo com os parâmetros de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) constituir um processo de ensino-aprendizagem relevante em funções orgânicas possibilitando a promoção desse processo no despertar do interesse em aprender Química contextualizando uma formação cultural e cidadã mais ampla aos alunos.

Palavras chave: CTS, eixo integrador do conhecimento, ensino-aprendizagem de funções orgânicas, PCK, Produtos Naturais.

ABSTRACT

Basic school education is based on the transmission of knowledge historically constructed throughout the different cultures of humanity in order to contribute to the development of the individual's potential within society. In particular, secondary education should guide its students in the teaching-learning process in the world of work as well as the formation of citizenship in the process of continuing to learn. And Chemistry, as one of the Natural Sciences, promotes the understanding of matter and its respective transformations, technological development aimed at producing the development of society. However, the current minimum curricula in relation to the content and processes of teaching and learning in Chemistry are not factors of significant learning. This is evidenced within the teaching-learning process in Organic Chemistry where its contents are taught in the form of memorization in particular, in organic functions, causing disinterest in the learning of this content. Thus, Lee Shulman through his Pedagogical Content Knowledge (PCK) resumes the importance of the teacher within the process of learning and teaching the subject content using experience and knowledge in the synergy of pedagogical practices that enable these processes and the resumption of their importance in learning Chemistry. Therefore, a PCK was elaborated from the transformative model that intends to start from the composition of pedagogical products, arranged as a result of an integrating axis of knowledge, with the purpose of the historical development of organic substances from Natural Products in parallel with the parameters of Science, Technology and Society (STS) constitute a relevant teaching-learning process in organic functions, enabling the promotion of this process in the awakening of interest in learning Chemistry contextualizing a broader cultural and citizen formation for students.

Keywords: STS, knowledge integrating axis, teaching-learning of organic functions, PCK, natural products.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: MODELO DE RACIOCÍNIO PEDAGÓGICO E AÇÃO (MRPA) PROPOSTO POR SHULMAN (1987) E ADAPTADO DE SALAZAR (2005).....	14
FIGURA 2: REPRESENTAÇÃO DOS UNIVERSOS E NÍVEIS DE COMPREENSÃO DO CONHECIMENTO QUÍMICO.	16
FIGURA 3: MODELOS DE DESENVOLVIMENTO INTEGRATIVO E TRANSFORMATIVO DO PCK	22
FIGURA 4: MODELO TRANSFORMATIVO COM EIXO INTEGRADOR DE CONHECIMENTO HISTÓRICO.....	23
FIGURA 5: ORGANIZAÇÃO DE UM PCK DE PROCEDIMENTO TRANSFORMATIVO PARA O ENSINO DE QUÍMICA.....	28
FIGURA 6: PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DAS AÇÕES METODOLÓGICAS	30
FIGURA 7: AS AÇÕES DO PLANO DE AULA COM O TEXTO INTEGRADOR DE CONHECIMENTO (SEQUÊNCIA DE 1 A 7).....	33
FIGURA 8: MODELO DE PROPOSIÇÃO DE ENSINO E APRENDIZAGEM EM QUÍMICA A PARTIR DO EIXO INTEGRADOR DE CONHECIMENTO.	36
FIGURA 9: EXEMPLO DE UM MAPA CONCEITUAL.....	40
FIGURA 10: ESTRUTURA DE AÇÃO DO EIXO INTEGRADOR DO CONHECIMENTO.	56
FIGURA 11: MODELO DA CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO PEDAGÓGICO DO CONTEÚDO NO MODELO TRANSFORMATIVO.	65

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO, JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS.....	1
1.1.	Os desafios educacionais de ensino e aprendizagem em Química Orgânica (Funções Orgânicas) no Ensino Médio.	1
1.2.	Justificativa.....	8
1.3.	Objetivos.....	10
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1.	PCK como ferramenta de organização da atividade de ensino e aprendizagem: características teóricas-metodológicas e apropriação para a pesquisa.....	13
2.2.	A utilização da contextualização histórica e o desenvolvimento da ciência e tecnologia no processo de ensino e aprendizagem em Química.....	16
2.3.	A compreensão do desenvolvimento histórico da CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) como ferramenta de contextualização no processo de ensino-aprendizagem em Química.	19
3	METODOLOGIA	22
3.1.	PCK como ferramenta de organização da atividade de ensino e aprendizagem: características teóricas-metodológicas e apropriação para a pesquisa.....	22
3.2.	Abordagem e recursos metodológicos para o processo de ensino e aprendizagem com o eixo integrador do conhecimento químico: os Produtos Naturais.....	29
3.3.	Mapas Conceituais e o Eixo Integrador de Conhecimento Químico: a construção e inter-relação dos conhecimentos como ferramenta de integração e relacionamento de informações na atribuição de significados aos alunos.....	38
3.4.	Procedimento Experimental: ferramenta didática de contextualização no processo de ensino e aprendizagem de funções orgânicas.....	41
3.5.	O procedimento lúdico como instrumento motivador, atraente e estimulador do processo de ensino-aprendizagem e na construção do conhecimento das funções orgânicas.	43
3.6.	Utilização do recurso do portfólio como ferramenta de análise e investigação do ensino e aprendizagem.	46
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
5	CONCLUSÃO	67
6	REFERÊNCIAS.....	73
7	APÊNDICES	86

APRESENTAÇÃO

Durante 16 anos em sala de aula venho observando cada vez mais a desmotivação e a perda de motivação/razão entre alunos, professores e demais atores que compõem a estrutura das instituições escolares pois a escola está perdendo o seu espaço como “(...) lócus de produção e legitimação de conhecimentos, valores e práticas sociais; espaço tramado com os sujeitos e processos que ali se entrecruzam, se interpelam, se interpretam, enfim, dialogam e se confrontam nos espaços liminares de suas várias fronteiras” (ESTEBAM, 2007).

Assim, (CHIZZOTI e BOCCHI, 2016) ressaltam as mudanças sociais e concomitantemente a escola quanto:

“(...) às finalidades sociais da escola, quanto ao público e ao currículo escolar e quanto a outras formas de ensino e de aprendizagem, convergem na urgência de reavaliar-se os limites e, sobretudo (...) que a vida da escola está definida a partir do contrato dos professores e, em muitos aspectos, distante dos interesses e das necessidades dos alunos, e motivo de muitas críticas à desatualização do ensino em face da diversidade de tempos educativos e da inércia dos sistemas de ensino diante das novas formas de se dispor do tempo de aprendizagem escolar”.

Na esfera privada a competição no mercado educacional corrobora com a divisão de dois tipos de escolas: aquelas que são voltadas única e exclusivamente para o acesso às universidades públicas onde todo o desenvolvimento de ensino-aprendizagem é voltado para esses vestibulares que são, hoje, em menor quantidade, e aquelas em que os pais não querem deixar os seus filhos nas instituições públicas por diversos fatores como violência, drogas, baixa qualidade de ensino, entre outros, estas em grande quantidade, mas que não prezam pelo acesso de seus alunos às universidades públicas e tão pouco por um ensino de qualidade que poderiam promover.

Dessa forma (KRASILCHIK, 2000) afirma que:

“mais que cumprir a função classificatória, para decidir quais os alunos que podem entrar nas escolas superiores, as escolas particulares têm grande influência nos ensinos fundamental e médio”.

O primeiro tipo de instituição privada gaba-se de apresentar uma lista de espera de alunos independente do preço estipulado, já o outro tipo de instituição recebe os excluídos da primeira, ou seja, aqueles que não compartilham do objetivo da promoção às universidades públicas e “mancham” a reputação dessas escolas ou

recebem alunos em que os pais não têm condições para colocar nas escolas mais caras, mas não querem ter os seus filhos estudando na escola pública.

Dessa maneira, os professores não atuam como protagonistas e são meramente implantadores que devem respeitar cronograma, burocracia e conteúdos pré-estabelecidos, que muitas vezes não consideram as especificidades do alunado” (MININEL, MINIMEL, *et al.*, 2017).

Em ambos os casos, os profissionais que exercem suas funções nessas instituições são pressionados/estressados pela competição mercadológica, onde seus empregos são diariamente ameaçados. Seja por objetivos alcançados em metas de aprovação ou na manutenção a qualquer custo da permanência dos alunos na folha de pagamento da escola, o trabalho do professor é pautado pela inflexibilidade e pelo comprometimento angustiante de terminar o conteúdo programático apostilado em sua maior parte.

Nesse aspecto, o processo de ensino-aprendizagem é descrito por (CHIZZOTI e BOCCHI, 2016) como sendo:

“(...) uma organização taylorista do trabalho: um tempo mecânico e repetitivo, calcado na sucessão de tarefas simples, consecutivas, fracionadas em aulas, exercícios, matérias e o tempo de trabalho, caracterizado pela presença física do aluno”.

Com isso, o processo de ensino-aprendizagem das disciplinas é comprometido, pois a metodologia de ensino caracterizada pelo procedimento “fordista/taylorista” onde a grande velocidade da aprendizagem do conteúdo ocasiona uma desvinculação do sentido em aprender dentro do universo do aluno, dificultando o seu aprendizado.

Nessa perspectiva, o objetivo maior no ensino de Ciências se perde de vista, ou seja, a aquisição do conhecimento científico na valorização e compreensão da Ciência como empreendimento social em que os alunos não terão uma formação adequada que direcione a relação das disciplinas escolares com as atividades científicas/tecnológicas com os problemas sociais vigentes (KRASILCHIK, 2000).

Contudo, nas escolas públicas a situação é mais alarmante como descrito por (CAVALIERI, 2007):

“Nossa escola pública, quase sempre precária, nunca teve condições de assumir um papel socializador forte, (...) vive-se uma grande confusão em relação à sua própria identidade. Essas escolas ressentem-se de terem que

fazer muito mais do que o ensino dos conteúdos escolares, sem terem recursos para tal. São, em geral, escolas aligeiradas e empobrecidas em suas atividades”.

No tocante do conteúdo, esse aspecto é caracterizado como básico, escassamente apoiado em uma literatura insuficiente que não abrangem a objetividade curricular, não considerando as especificidades do alunado, colocando o professor como um simples aplicador de uma forma e de um conteúdo prévio já previsto no material didático (MININEL, MINIMEL, *et al.*, 2017).

O conteúdo a ser ensinado, além de apresentar pouquíssimo significado ao aluno, é paupérrimo, isto é, aquilo que deve ser ensinado e aprendido não passa de elementos sub-básicos que não corroboram com o desenvolvimento cognitivo, intelectual, cidadão e de forma humana essencial dentro de uma sociedade que deveria se “caracterizar” por uma conduta social, científica e cultural.

Alunos que chegam ao 3º ano do Ensino Médio sem saberem ler, escrevem o seu nome com dificuldade e somente o fazem a lápis, apresentam dificuldade de realizarem as quatro operações matemáticas, são aprovados e legitimados pelo Estado e, configurando para estes, a partir do diploma de conclusão do Ensino Médio, a formação adquirida e qualificada para a continuação dos estudos, seja na área do Ensino Técnico, nos estudos mais avançados no Ensino Superior ou no ingresso ao mercado de trabalho.

Nesse contexto, os professores encontram-se desmotivados e, em grande parte, já alienados e idiotizados por essa realidade, não desenvolvendo e aprofundando os assuntos e seus conteúdos de aprendizagens de seus alunos. Outros fatores são apontados como (MININEL, MINIMEL, *et al.*, 2017):

“(...) os professores alegaram dificuldades para reprodução do material, uma vez que muitas vezes era necessário reproduzir as atividades sugeridas e o volume de material era muito grande. Outro fator apontado como entrave foi o tempo, considerado insuficiente para aplicação da maioria das atividades no contexto das concepções de ensino preconizadas pela Proposta Curricular”.

Assim, alguns poucos que tentam realizar aquilo que deveria ser feito, ou seja, ensinar e propiciar processos de ensino-aprendizagem, são desmotivados pelos seus colegas de profissão que ressaltam que não vale a pena se esforçar pois os alunos não irão aprender nada do que for ensinado.

E, realmente, esse discurso é tão significativo, que temos como desfecho os alunos serem “agraciados” com a conclusão das etapas de ensino sem o conhecimento devidamente efetivado.

Mediante estas situações, este trabalho sugere retomar a importância de aprender os conteúdos escolares, historicamente construídos, a um processo que promova a aprendizagem do aluno dos conteúdos científicos em uma perspectiva social, histórico e cultural, além de recuperar aquilo que não deveria, jamais, ser perdido na essência em ser um(a) professor(a): ser um pesquisador do seu próprio trabalho a fim de que, com seu esforço, comprometido e sendo exemplo a outros colegas de profissão, possa realizar o seu trabalho para si, para os seus alunos e para a sociedade de forma efetiva e construtiva.

1 INTRODUÇÃO, JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS

1.1. Os desafios educacionais de ensino e aprendizagem em Química Orgânica (Funções Orgânicas) no Ensino Médio.

“A educação, num sentido amplo, cumpre uma iniludível função de socialização, desde que a configuração social da espécie se transforma em um fator decisivo da hominização e em especial da humanização do homem” (SACRISTÀN e PÉREZ GOMES, 2000, p.13).

O processo educacional do ser humano corresponde, na forma de ensino-aprendizagem, em três formas diferentes: “a educação formal desenvolvida nas escolas; educação informal transmitidas pelos pais, no convívio dos amigos, em clubes, teatros, leituras e outros, ou seja, aquela que decorre de processos naturais e espontâneos; e educação não-formal que ocorre quando existe a intensão de determinados sujeitos em criar ou buscar determinados objetivos fora da instituição escolar” (VIEIRA, BIANCONI e DIAS, 2005).

Na perspectiva da educação formal, a escola caracteriza-se por um *locus* institucionalizado pela sociedade onde são garantidas as possibilidades ao acesso do conhecimento sistematizado, historicamente construído por essa mesma sociedade e em outras diversas culturas, preparando as novas gerações para o mundo do trabalho e da vida pública, garantindo a reprodução social e cultural,¹ emocional, ético, intelectual, objetivando a desenvoltura de todo o potencial humano do indivíduo (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNANBUCO, 2011; SACRISTÀN e PÉREZ GOMES, 2000; MOREIRA e CANDAU, 2003).

Os atributos das atividades escolares se orientam pelas ressignificações nos distintos espaços, tempos sociais e culturais dentro de uma dialética de conservação/transformação em processos que a aprendizagem já adquirida pelo indivíduo possa ser mais amplificada em seu campo visual em virtude desses novos saberes e com maiores consensos. Sendo assim, a educação escolar representa “o alargamento do horizonte cultural, relacional e expressivo, na dinâmica das experiências vividas e na totalidade da aprendizagem da humanidade pelos homens” (MARQUES, 1992, p. 560).

¹ “A cultura é, entre muitas coisas, um conjunto de crenças compartilhadas por alguns grupos sociais, de maneira que a educação e a socialização teriam entre suas metas prioritárias a assimilação dessas crenças por parte dos indivíduos” (POZO e CRESPO, 2009, p. 93).

A partir disso, o Ensino Médio tem a função de “consolidação dos conhecimentos e a preparação do indivíduo para o trabalho e a cidadania para continuar aprendendo” (KRASILCHIK, 2000).

Dentro dessa instituição legitimada pela sociedade, as diversas disciplinas, como as Ciências Naturais, contribuem para que os processos de aprendizagem² e ensino³ da leitura do mundo dentro dos processos históricos específicos produzidos, bem como de “(...) ler o mundo do ponto de vista dos conhecimentos científicos a partir do contexto sociocultural dos sujeitos em processos de contextualizações e recontextualizações” (COSTA-BEBER, RITTER e MALDENER, 2015).

Nesse processo, as Ciências Naturais como processo histórico, é um conhecimento não acabado onde os indivíduos em produção coletiva estabelecem relações com as suas descobertas, a produção tecnológica e sua organização social, gerando um acervo de conhecimentos constituídos de símbolos e significados na elaboração das explicações de seus fenômenos que origina suas particularidades abstendo-se da neutralidade e objetividade do suposto saber positivo da ciência (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNANBUCO, 2011, p. 145; POZO e CRESPO, 2009, p.21).

As ações das atividades educacionais em Ciências Naturais correspondem a uma estrutura curricular que define a seleção e a sequência de conhecimentos a serem trabalhados em sala de aula. Esse currículo apresenta-se com uma abordagem fragmentada, mecânica e descontextualizada, “assimilando conceitos explícitos e interiorizando as mensagens dos processos de comunicação que se ativam na aula configurando um corpo de ideias e representações subjetivas” (SACRISTÀN e PÉREZ GOMES, 2000, p.17).

Sendo um eixo das Ciências Naturais, a Química proporciona o aprofundamento do estudo da matéria e suas transformações, pretendendo “compreender, interpretar e analisar o mundo em que se vive, suas propriedades e

² Modificação relativamente permanente na disposição ou na capacidade do homem, ocorrida como um resultado de sua atividade e que não pode ser simplesmente atribuída ao processo de crescimento e maturação ou a outras causas tais como: doença, mutações genéticas, etc.” (BORDENAVE e PEREIRA, 2010, p. 38).

³ “Processo deliberado de facilitar que outra pessoa ou pessoas aprendam e cresçam intelectualmente e moralmente, fornecendo-lhes situações planejadas de tal modo que os aprendizes vivam as experiências necessárias para que se produzam neles as modificações desejadas, de uma maneira mais ou menos estável” (BORDENAVE e PEREIRA, 2010, p. 56).

suas transformações, recorrendo com um pouco de imaginação e pensamento” (POZO e CRESPO, 2009, p.139).

A aprendizagem e o ensino em Química no Brasil apresentam realidades distintas e particulares em cada escola, seja ela exercida em instituições públicas ou privadas em sua ampla e complexa rede educacional (BEJARANO e DE CARVALHO, 2000).

De modo geral, os processos de ensino e aprendizagem em Química decorrem de uma automação de seus processos. Esse processo de fluxo contínuo caracteriza-se pela organização curricular dos parâmetros a serem abordados, que, através da elaboração dos livros didáticos, padroniza a ação de ensino e, às vezes, dos professores, apresentando um produto pronto sem a possibilidade de alterações, pautando-se pela apresentação teórica do conteúdo e a realização de exercícios necessários à abrangência da organização curricular.

A aprendizagem de Ciências e, particularmente, a de Química, apresentam ausência de interesse e motivação por parte dos alunos que:

“... adotam atitudes inadequadas ou mesmo incompatíveis com os próprios fins da ciência, que se traduzem (...) de uma escassa valorização de seus saberes (...) tendem a acreditar em formas de conhecimento (como astrologia ou quiromancia) que são pouco compatíveis com o discurso científico. Essa perda de sentido do conhecimento científico não só limita sua utilidade ou aplicabilidade por parte dos alunos, mas também seu interesse ou relevância” (POZO e CRESPO, 2009, p. 17).

A caracterização dessa falta de relevância no ensino de Ciências por parte dos alunos está diretamente relacionada à falta de sentido (utilidade e aplicabilidade na modificação da sua relação com o cotidiano e a utilização desse conhecimento a partir do trabalho⁴) originados por esse conhecimento que impactam a sua realidade nas diversas esferas de sua vida como na política, nas relações sociais e na cultura.

No mesmo contexto, os professores de Ciências apresentam um sentimento de frustração com relação à aprendizagem de seus alunos, bem como às dificuldades no processo de ensinar Ciências no que tange a modelar o conhecimento contextualizado no mundo e na vida dos estudantes, relacionando soluções e situações problemáticas vivenciadas por eles (DE QUADROS *et al.* 2011). A organização do trabalho do professor, que se compreende na natureza e no conteúdo do trabalho a ser realizado,

⁴ Subtende-se por trabalho a produção de coisas que tornam o ser humano, ou seja, uma ação adequada a finalidades (ação intencional) integrando a natureza do homem pela construção de sua própria subjetividade (ARANHA, KUPTAS, *et al.*, 2008; DERMEVAL, 1984; DE SOUZA, 1984).

bem como as características da gestão desse trabalho, são afetadas por essas dificuldades.

Nesse contexto, os professores não são capazes de fornecer e desenvolver as informações e os conhecimentos úteis a um grupo diversificado de alunos dos conteúdos específicos de modo que esse grupo possa aprender a matéria e desenvolver uma gama ampla de habilidades.

Dentro dessa perspectiva, a formação e a prática docente dos professores é primordial para a superação desses obstáculos que consistem em sua base sólida do conteúdo a ser desenvolvido, o planejamento do ensino e a utilização de ferramentas necessárias para continuar aprendendo sobre o conteúdo da disciplina, isto é, conexões profundas do conteúdo da disciplina em que se baseiam escolhas curriculares e pedagógicas (GROSSAMN, SCHOENFELD e LEE, 2019, p. 174 -175).

Mediante esse contexto, o professor deve alicerçar-se no melhor raciocínio e compreensão do conteúdo da disciplina, aos padrões previsíveis na compreensão do aluno quanto ao conteúdo e oferecer suporte para uma compreensão mais disciplinar com a intervenção de um processo contextualizador tangível ao direcionamento dos conhecimentos prévios dos alunos em uma perspectiva social, histórico e cultural.

Assim, (MAROJA, 2007) delimita que o ensino e a aprendizagem de Química no Brasil são orientados por práticas que valorizam em sua estrutura curricular a memorização de fórmulas, caracterizando um ensino asséptico, abstrato, dogmático, avaliado de uma maneira muito rigorosa, com conceitos sem vínculo com a realidade vivida pelos estudantes.

Dentro desse paradigma⁵ apresentado acima, o processo de ensino e aprendizagem em Química norteia-se em operações de ensino teórico em um sistema ininterrupto (sem refletir o porquê estão aprendendo o conteúdo⁶), atividades cada vez mais longas e complexas, mecanização na resolução dos exercícios e avaliações que correspondem a resolução de exercícios para exames específicos (SARESP, ENEM, e vestibulares em geral). Consequentemente, as ações pedagógicas não distinguem

⁵ Paradigma: segundo Kuhn, “paradigmas” são as realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, fornecem problemas e soluções modulares para uma comunidade de praticantes de uma ciência (KUNH, 2011, p. 13).

⁶ “Como um aspecto do currículo, significa conhecimentos, habilidades, valores e atitudes que são selecionados, organizados e apresentados por meio de experiências de aprendizagem ao aluno, para ajudar-lhe a se desempenhar de acordo aos objetivos” (BORDENAVE e PEREIRA, 2010, p. 120).

ou dividem em relação ao processo de ensino aprendizagem, isto é, cria-se uma homogeneização desse processo.

Isso acaba priorizando aspectos que são criticados pelos documentos das OCNEM (Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – OCNEM) (BRASIL, 2006), ou seja, (FERREIRA e DEL PINO, 2011):

“...o que se observa de forma geral, nos programas escolares, é que persiste a ideia de um número enorme de conteúdos a desenvolver, com detalhamentos desnecessários e anacrônicos. Dessa forma, os professores obrigam-se a “correr com a matéria”, amontoando um item após o outro na cabeça do aluno, impedindo-o de participar na construção de um entendimento fecundo sobre o mundo natural e cultural. São visivelmente divergentes o ensino de Química no currículo praticado e aquele que a comunidade de pesquisadores em Educação Química do país vem propondo” (BRASIL, 2006, p. 108).

A ineficiência do ensino e da aprendizagem em Química decorre, então, de um currículo e práticas do século XIX, enquanto a sociedade do século XXI demanda novas relações de ensino-aprendizagem que direcionem para uma formação de como o conhecimento em Química é elaborado em sua própria evolução, ou seja, de suas relações científicas, sociais e tecnológicas conforme descrito por (CORREIA, COSTA, *et al.*, 2002):

“A minimização da valorização destes elementos nas práticas pedagógicas dos professores tem contribuído para os problemas de aprendizagem dos estudantes que, após alguns anos de escolarização, não ampliam/modificam seus conhecimentos a respeito de diversos fenômenos” (LOGUERCIO *et al.*, 1999).

Conforme Vasconcellos (2005), “o método tradicional de ensino é frequentemente criticado devido ao seu formato passivo e expositivo do conhecimento. A estruturação do ensino, muitas vezes é um fator que dificulta a relação do estudante com os conceitos de Química e seus conhecimentos prévios” (BACKES e PROCHNOW, 2017).

Segundo (DOS SANTOS, 2011) “(...) a Química teria contribuído de forma significativa para o aumento da qualidade de vida e teria gerado empregos e desenvolvimento econômico, o modelo de desenvolvimento tecnológico mundial em um processo de globalização vem aumentando a concentração de renda e a desigualdade social”. Assim, o ensino e a aprendizagem em Química direcionado à participação cidadã, contextualizada com o desenvolvimento historicamente construído pela sociedade a partir das inúmeras contribuições da Química para o

desenvolvimento e melhoria da qualidade de vida das pessoas, apresenta-se como o processo mais efetivo na relação de ensino-aprendizagem no ensino médio.

“Aprender Química não é memorizar fórmulas, decorar conceitos e resolver um grande número de exercícios. Aprender Química é entender como essa atividade humana tem se desenvolvido ao longo dos anos, como os seus conceitos explicam os fenômenos que nos rodeiam e como podemos fazer uso de seu conhecimento na busca de alternativas para melhorar a condição de vida do planeta (L5, p. 2)” (AMARAL, XAVIER e MACIEL, 2009). “Em poucas palavras, pode-se dizer que aprender Química é aprender uma nova linguagem, associada a uma nova forma de pensar o mundo” (WARTHA e REZENDE, 2015).

Em princípio, o estudo de Química Orgânica, segundo (FERREIRA, MORAIS, *et al.*, 2007, p. 13) “foi considerada como a Química dos Produtos Naturais de origem animal e vegetal, derivando daí seu nome. Podemos dizer que a definição mais frequente para a Química Orgânica é a que conceitua essa área como o ramo da Química que trata dos compostos de carbono”.

Porém, esses termos clássicos já não correspondem a procurar entender as funções dos compostos de carbono, mas sim desenvolvido e associado a novas interfaces como contribuições na “catálise, biotecnologia, ciência dos materiais, genética química, química farmacêutica, química ambiental, nanotecnologia, biologia, genômica e conhecimento molecular, etc.” (CORREIA, COSTA, *et al.*, 2002).

Entretanto, observa-se no ensino médio a separação da Química Orgânica das demais subáreas da química, estabelecendo que a Química Orgânica é diferente dos demais conteúdos que envolvem o ensino e aprendizagem em Química (DE FARIAS, 2003).

Com isso, o processo de ensino e aprendizagem em Química Orgânica decorre de práticas de repetição de conceitos e nomenclaturas que não apresentam relações com o cotidiano dos alunos, de cidadania e nem de situações utilizáveis no seu dia-a-dia que possam promover o interesse e o despertar em se aprender essa determinada parte da Química. Assim é descrito por (ROQUE e SILVA, 2008):

“O aluno associa a molécula do benzeno, por exemplo, a um hexágono com uma bolinha dentro. Esta situação torna o estudo da química orgânica uma memorização de nomes e símbolos que, sem os devidos esclarecimentos, nada têm a ver com a realidade microscópica que eles representam. Da linguagem da Química, aprende-se, quando muito, apenas os nomes das coisas, sem maior significado”.

No processo de ensino e aprendizagem de funções orgânicas são definidos como “um conjunto de substâncias que possuem sítios reativos com propriedades químicas semelhantes. Cada função orgânica apresenta um átomo ou grupo de átomos que caracteriza a função a que o composto pertence. Esses átomos ou grupos de átomos são chamados grupos funcionais” (PAZINATO, BRAIBANTE, *et al.*, 2012), sem a devida “(...) ênfase às reações químicas ou às propriedades físico-químicas das substâncias que, por sua vez, são ‘definidoras’ de sua reatividade” (FERREIRA e DEL PINO, 2011).

A partir dessa definição, a atenção das práticas de ensino corresponde “somente na identificação estrutural, de forma separada, e na nomenclatura dos compostos” (DA SILVA, DE VASCONCELOS, *et al.*, 2018). Para o aluno, não há motivação em repetir, exaustivamente, a aprendizagem dessas estruturas, ocasionando uma indiferença com relação ao seu aprendizado e, portanto, a sua atitude em relação ao desenvolvimento da Química Orgânica como ciência.

Além disso, um processo de ensino e aprendizagem adequado não é avaliado pelo número de exercícios propostos e resolvidos, mas pela qualidade das situações propostas, em que os estudantes e os professores, em interação, terão de produzir conhecimentos contextualizados, com constituição histórica desses conhecimentos com sua utilização e aplicação cotidiana.

O procedimento de contextualização no processo de ensino e aprendizagem em Química promove os conteúdos trabalhados em sala de aula (DE OLIVEIRA, *et al.*, 2017):

“(...) devem ter uma significação humana e social, de maneira a interessar, provocar o aluno e permitir uma leitura mais crítica do mundo físico e social (MARCONDES, 2008). A contextualização busca aproximar o cotidiano do aluno ao conhecimento científico, e assim, o mesmo começa a interpretar o mundo a sua volta dando significado aos fenômenos estudados e observados em seu dia-a-dia”.

“(...) o ensino contextualizado, a partir de situações reais, permite a significação para os conceitos mais centrais de cada disciplina e, ao mesmo tempo, requer a superação imediata das sequências tradicionais de conteúdos em todas elas” (MALDENER; ZANON; AUTH; 2006 apud COSTA-BEBER, RITTER e MALDENER, 2015).

Dentre as diferentes abordagens e recursos de ensino e aprendizagem em Química, de forma contextualizada, a utilização da História da Ciência e,

consequentemente, da História da Química, são pouco utilizados. A dificuldade apresentada pelos professores em utilizar esse recurso ocorre pela característica de sua formação e a falta de tempo para estudos e para a elaboração de projetos vinculados com outras disciplinas que auxiliariam o seu desenvolvimento; sendo, portanto, o principal entrave para a sua utilização.

Com isso, a abordagem histórica da construção da Química como ciência fica restrita “à reprodução sintética da sequência de eventos que levaram ao conhecimento mais detalhado da estrutura atômica até a proposição do modelo nuclear” (LEAL, 2010, p. 58).

A utilização do processo historicamente construído no ensino de Química tem como propósito enriquecer a abordagem do conteúdo, contribuir para o exercício da cidadania, isto é “(...) evidenciar que o conhecimento químico é um processo histórico em permanente construção” (THEODORO, 2011).

Entende-se aqui História da Ciência e da Química não somente os fatos que ocasionaram as descobertas científicas, mas sim todo o contexto socio, político, econômico e cultural vigente nesse determinado momento histórico que resultaram nas elaborações científicas.

1.2. Justificativa

O desafio da aprendizagem como patrimônio do conhecimento do mundo na unidade escolar perdeu sentido e significado em decorrência de outras formas, legítimas, de aquisição desses mesmos conhecimentos. Contudo, o conhecimento escolar deve, então, tomar o centro das referências de maior gama de processos culturais que possa direcionar e atrair os seus interessados a um processo de aprendizagem mais efetivo que culminam com os interesses da formação de um cidadão ativo na sociedade.

Atualmente, os projetos curriculares que organizam esses conhecimentos, visam o processo de semi-informação⁷ do conhecimento historicamente construído (o novo Currículo Público Paulista, por exemplo) que ocasionará sujeitos pseudo-monoglóticos e alienados de sua formação intelectual e, posteriormente, de sua atividade como cidadão consciente, ou no ensino privado que “condiciona” a sua

⁷ Segundo (ADORNO, 1995), semi-informação é uma falsa experiência restrita ao caráter afirmativo, que resulta da satisfação provocada pelo consumo dos bens culturais; é o espírito tomado pelo caráter de fetiche da mercadoria.

preparação única e exclusivamente aos processos seletivos para o Ensino Superior sem a leitura do mundo de forma crítica e ativa dos conhecimentos adquiridos.

Como apresentado por Saviani (SAVIANI, 2007), a sociedade contemporânea exige um acervo mínimo de conhecimentos básicos que, sem esses, os indivíduos não poderão se constituir como cidadãos ativos dentro da sociedade. Esses acervos referem-se:

“(...) a linguagem escrita e a matemática, já incorporadas na vida da sociedade atual; as ciências naturais, cujos elementos básicos relativos ao conhecimento das leis que regem a natureza são necessários para compreender as transformações operadas pela ação do homem sobre o meio ambiente; e as ciências sociais, pelas quais se pode compreender as relações entre os homens, as formas como eles se organizam, as instituições que criam e as regras de convivência que estabelecem, com a consequente definição de direitos e deveres” (SAVIANI, 2007).

Com todas essas dificuldades, os professores em sua grande parte tentam realizar o melhor trabalho possível para poder garantir aos seus alunos, no caso do ensino público, um processo de ensino e aprendizagem que possibilite a aprendizagem efetiva e de qualidade.

A compreensão do processo de ensino-aprendizagem inicia-se da relação dialética entre para que aprender e o por que aprender, onde cada conteúdo curricular a ser trabalhado atenda uma necessidade de uma força prática que possa dialogar não somente no campo das ideias, mas também na construção do trabalho educativo e suplantar as dificuldades, crenças e desinteresse desse processo assim como “(...) na apropriação crítica dos conhecimentos construídos pela humanidade ao longo do processo civilizatório proporcionada de uma maneira sistemática e intencional” (NEIRA, 2015).

Na área de ensino-aprendizagem de Química e de Química Orgânica diversos trabalhos são direcionados ao processo de contextualização do conhecimento dessa ciência (MACENO e GUIMARÃES, 2013; SCAFI, 2010; COSTA-BEBER, RITTER e MALDENER, 2015; AMARAL, XAVIER e MACIEL, 2009; FERREIRA e DEL PINO, 2011; LOYOLA e SILVA, 2017).

Contudo, a relevância de uma aprendizagem dos conteúdos curriculares no ensino das funções orgânicas, “principalmente no significado das várias representações moleculares” (ROQUE e SILVA, 2008) não foram encontradas em publicações relevantes sobre o tema funções orgânicas, bem como a elaboração de

materiais ou produtos que possam contribuir diretamente em sala de aula para os professores.

Com isso, a elaboração de meios materiais a serem colocados à disposição dos professores e a utilização destes materiais por procedimentos pedagógicos que possam proporcionar uma aprendizagem do conteúdo a ser trabalhada em sala de aula com os alunos se apresenta como o desafio a ser desenvolvido.

1.3. Objetivos

Mediante as argumentações apresentadas acima, o objetivo geral deste trabalho é elaborar um plano de aula a partir de uma sequência didática que se utilize do conhecimento historicamente construído no ensino e na aprendizagem de funções orgânicas, elaborando um PCK, a partir do modelo transformativo, que terá como perspectiva da habilidade de prever as referências de compreensão ou incompreensão dos alunos dentro de uma área de conteúdo a ser desenvolvido a partir de uma organização e pensamento do professor concernente a maneira de representar e formular o conteúdo da disciplina de modo a torná-la compreensível aos alunos centralizando um (GROSSAMN, SCHOENFELD e LEE, 2019, p. 170):

“(...) envolvimento comum entre o conteúdo da disciplina e a necessidade do professor desenvolver uma atitude de respeito com o aluno como um aprendiz desse conteúdo”.

Nessa perspectiva de possibilitar a aprendizagem dos alunos de forma diferente, será estabelecida uma ferramenta denominada eixo integrador de conhecimento que poderá viabilizar a estruturação da organização dos conteúdos a serem desenvolvidos.

Não distante, se utilizará do procedimento de contextualização do uso e aplicações dos Produtos Naturais ao longo do processo histórico concomitante a temas dentro de uma perspectiva CTS na concepção de que os conteúdos não estabeleçam, somente, nos aspectos da teoria do conteúdo, mas possam estar relacionados a temas sociais, histórico e culturalmente relevantes no processo de ensino-aprendizagem com a perspectiva científica e tecnológica.

Entende-se Produtos Naturais como sendo “produtos de várias fontes de plantas, microrganismos encontrados dentro desses organismos, em uma parte do organismo (folhas ou flores de uma planta, ou um órgão isolado de um animal),

extração de um organismo, parte de um exsudato ou compostos puros (alcaloides, flavonoides, esteroides, terpenos, etc.)” (SARKER e NAHAR, 2007, p. 283).

A utilização da contextualização com Produtos Naturais propicia uma gama de relações com a Química com diversas estratégias ao planejar os processos de ensino e aprendizagem em Química Orgânica.

Além disso, os Produtos Naturais perpassam ao longo da História da Humanidade, seja na busca de medicamentos inicialmente em folhas e ervas, mecanismo de defesa no controle de pragas, técnicas de conservação de corpos no Egito Antigo, pintura de corpos e de cavernas, relatos de escrituras em sítios sagrados, corantes naturais utilizados para fins estéticos e religiosos, a exploração de novos continentes e a descoberta de novos produtos naturais como a brasilina (extraída do pau brasil), a troca de experiência com os nativos das terras desbravadas pelos europeus e suas diferenciações entre substâncias medicamentosas e venenos, a descoberta de substâncias alucinógenas, culminando com o avanço científico e tecnológico, principalmente da Química na segunda Revolução Industrial do século XIX, com a síntese orgânica na mimetização e produção em grande escala de diversos produtos idênticos ou similares aos extraídos de plantas, insetos e animais marinhos (PINTO, 1995), (VIEGAS JR, BOLZANI e BARREIRO, 2006).

Os objetivos específicos deste projeto direcionam-se para a elaboração da contextualização do processo historicamente construído em Química, a elaboração de práticas, recursos e processos que possam colaborar com as práticas de ensino e aprendizagem no estudo das funções orgânicas, estabelecendo como produto final uma sequência didática com sugestões de produtos, na possibilidade da utilização de recursos materiais que proporcionará através de diversas práticas o estudo tanto da Química Orgânica como das demais subunidades da Química, mediado pela contextualização da história dos Produtos Naturais e suas aplicações, avanços culturais, desenvolvimentos econômicos e tecnológicos nos diversos segmentos da sociedade.

Esses produtos corresponderão a elaboração de textos que propiciarão a contextualização do estudo das funções orgânicas, a criação de um mapa conceitual que interligue as informações do conteúdo e o contexto histórico/CTS e a teoria das funções orgânicas, contendo um procedimento experimental que possa ser utilizado de maneira simples pelos alunos em seu cotidiano e a elaboração de um procedimento

lúdico que corrobore com o processo de ensino e aprendizagem dessas funções orgânicas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. PCK como ferramenta de organização da atividade de ensino e aprendizagem: características teóricas-metodológicas e apropriação para a pesquisa.

“O processo ensino-aprendizagem é um conjunto sistematizado de metodologias capazes de mudar um comportamento através da aquisição de novos conhecimentos” (DE LIMA, 2012).

O desenvolvimento do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (*Pedagogical Content Knowledge* – PCK), desenvolvido por (SHULMAN, 1987), utiliza uma base de conhecimentos para o ensino a partir da prática de conhecimentos do professor, envolvendo os diferentes aspectos para o desenvolvimento do processo de aprendizagem em sala de aula, isto é, estabelece a sinergia entre os tópicos particulares do conteúdo da disciplina e as ferramentas pedagógicas em que os problemas ou questões serão organizados, representados e adaptados para diversos interesses e habilidades, a fim de que o conhecimento a ser trabalhado com os alunos possa ser o mais compreensível possível.

Para (SHULMAN, 1986), a estrutura teórica das ações educativas de professores devem envolver três categorias de conhecimento do conteúdo do seu próprio conhecimento: (i) o conhecimento do conteúdo de um assunto da matéria a ser ensinada, ou seja, quais conteúdos são centrais ou periféricos para o mesmo tema; (ii) o conhecimento do conteúdo pedagógico da ação de ensinar; e (iii) o conhecimento do currículo no qual se integram os assuntos específicos, caracterizando os materiais de instrução e os materiais alternativos na elaboração do ensino específico a ser realizado.

Para Shulman, a sistematização do conhecimento é essencial para a compreensão dos conteúdos, pois o professor apresentará autonomia intelectual para a produção de seu próprio currículo, instituindo-se como o mediador entre o conhecimento historicamente produzido e o escolar reelaborado e relevante socio-culturalmente (DA SILVA, 2010).

A organização da sistematização do conhecimento conhecido como Modelo de Raciocínio Pedagógico e Ação (MRPA) (DA SILVA, 2010; DE GOES, 2014; GIROTTO JUNIOR, 2011) decorre de um ciclo de raciocínio, ação, raciocínio, que envolve

atividades de compreensão, transformação, instrução, avaliação, reflexão e nova compreensão.

FIGURA 1: MODELO DE RACIOCÍNIO PEDAGÓGICO E AÇÃO (MRPA) PROPOSTO POR SHULMAN (1987) E ADAPTADO DE SALAZAR (2005)

FONTE: (DE GOES, 2014)

Nesse sentido, a sistematização pedagógica confere ao processo as características específicas nas formas de representação dos saberes dos professores em relação às diversas categorias de conhecimento e na transformação do conteúdo específico da disciplina, dinamizando a teoria e prática em um conteúdo e tornando o ensino mais acessível à aprendizagem.

Assim, a sistematização pedagógica direciona, segundo (DA SILVA, 2010), a preparação, a representação, a seleção instrucional e a adaptação do material, isto é, “o conhecimento pedagógico do conteúdo é o conhecimento sobre como ensinar um conteúdo ou tópico a um grupo específico de estudantes em um contexto específico (METZLER, 2000; apud GIROTTO JUNIOR, 2011).

A sistematização pedagógica está diretamente associada ao conteúdo específico a ser trabalhado, levando em consideração as dificuldades dos alunos nesse conteúdo, o contexto, as estratégias instrumentais, os modos de avaliação, o currículo e os objetivos, entre outros (FERNANDEZ, 2015).

Essas ações permitem a elaboração de um plano ou um conjunto de estratégias para a realização da aula. A importância da relação intrínseca desses dois fatores é apresentada por (FERNANDEZ, 2015):

“Quando Shulman utiliza a expressão Conhecimento Pedagógico do Conteúdo ao invés de saberes, está realmente igualando o status do que o professor produz na prática (PCK) aos conhecimentos que são produzidos na academia e que influenciam e são influenciados pelo PCK. Tais conhecimentos são os pertencentes à base de conhecimentos – conhecimento do tema, conhecimento pedagógico e conhecimento do contexto, estes sim informados ao professor pela academia”.

Assim, o PCK engloba diversos fatores no processo de ensinar sobre um determinado tema que compõem o conhecimento científico do professor, ressaltando “(...) as formas de representações desse conteúdo e quais podem ser utilizadas, as exemplificações e as analogias, as metodologias que podem ou não favorecer o aprendizado significativo desse ou daquele conteúdo, considerando os diversos ambientes educacionais” (GIROTTI JUNIOR, 2011).

A prática docente reflexiva instituída por Shulman ressalta a importância na formação do professor. Silva destaca este posicionamento pois a “reflexão crítica e epistemológica do professor sobre as matérias de ensino, defende que o domínio deste tipo de conhecimento não seja apenas sintático do conteúdo, mas substantivo e epistemológico” (DA SILVA, 2010). Desse modo, o professor deve se orientar pelo seu trabalho docente em outras dimensões de ensino (interações na sala de aula, conversa com outros professores, assuntos e temas de outras disciplinas), pois essas relações podem ser condicionantes de novas possibilidades de ensino em contraposição à lógica linear da disciplina.

Silva (DA SILVA, 2010) ressalva que “a práxis educativa constitui, portanto, uma práxis de aprendizagem contínua que envolve sempre o conjunto de todos os saberes que o educador possui”, isto é, uma “epistemologia da prática docente requer uma metodologia e uma teoria que somente poderão ser construídas e/ou recriadas no próprio processo investigativo da prática pedagógica. Encaminhar o seu trabalho numa proposta de pesquisa-ação significa, inicialmente, investigar o conhecimento das teorias implícitas da prática e caracterizar, investigando como se constrói o saber”.

Desse modo, o PCK auxilia os professores a organizar seus conhecimentos e pensamentos na observação dos conteúdos essenciais para o desenvolvimento de estratégias que permitem atingir objetivos específicos, modificações específicas

necessárias para determinadas situações e adaptar práticas que favorecem a aprendizagem específica de um conteúdo aos seus alunos.

Além disso, na perspectiva do PCK o professor poderá avaliar cuidadosamente a partir da compreensão do desenvolvimento do aluno em sua aprendizagem, quais ferramentas o professor utilizará em busca dessa compreensão e, a partir dessa aprendizagem, observar questões chaves no processo de ensino e aprendizagem dentro do conteúdo da disciplina, no intuito de continuar suas investigações no entendimento das conexões do conhecimento e experiências anteriores dos alunos com a compreensão dos novos conteúdos (GROSSAMN, SCHOENFELD e LEE, 2019, p. 191 – 194).

2.2. A utilização da contextualização histórica e o desenvolvimento da ciência e tecnologia no processo de ensino e aprendizagem em Química.

A Química é a ciência que estuda as propriedades e a composição dos materiais. Nessa perspectiva, (MORTIMER, MACHADO e ROMANELLI, 2000) relaciona os procedimentos que promovam uma diferente perspectiva da estruturação super sistematizada dos processos de ensino-aprendizagem dos conteúdos de Química, da composição do ensino-aprendizagem de Química de forma contextualizada que irá organizar o desenvolvimento de seus conteúdos e dos focos de interesse da Química direcionada onde a aprendizagem da teoria/conteúdo estabelecerá uma compreensão dialética, com a significação da Química ao aluno em suas relações sociais atuando no seu aspecto de pensamento/realidade com as representações do conhecimento químico – Fenomenológico, Teórico e Representacional e os seus níveis de compreensão de ensino - Propriedades, Constituição e Transformações – na composição de uma abordagem inter-relacionada em aprender Química.

FIGURA 2: REPRESENTAÇÃO DOS UNIVERSOS E NÍVEIS DE COMPREENSÃO DO ENSINO DE QUÍMICA E DO CONHECIMENTO QUÍMICO.

FONTE: (MORTIMER, MACHADO e ROMANELLI, 2000)

Entretanto, as utilizações exclusivas e intrínsecas no processo de ensino e aprendizagem do conhecimento químico ocasionam dificuldade no processo de sua aprendizagem, pois segundo (ELY, LINDNER, *et al.*, 2013) ocasionam:

- A Química como ciência, é formal por sua própria natureza e os alunos do Ensino Médio não agem nesse nível, transformando a abordagem tradicional incompreensível à aprendizagem desses alunos;
- Sem significado nos conceitos teóricos, tendo que ser memorizados um conjunto de abstrações para certos momentos de avaliação;
- Repetições de inúmeros exercícios até que aprendem a executá-los;
- Dificuldade na linguagem e no nível de abstração ao trabalhar com entidades de dimensões extremamente pequenas e, com isso, dificuldade na aprendizagem de modelos.

Em torno dessas dificuldades, a contextualização dos processos de ensino e aprendizagem em Química proporciona a elaboração e construção de significados na medida em que relaciona situações vivenciadas e valorizadas de forma não redutiva, a partir do cotidiano, a contextualização a partir da abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), a contextualização a partir de aportes da história e da filosofia das ciências (WARTHA, DA SILVA e BEJARANO, 2013).

Segundo (POZO e CRESPO, 2009, p. 47):

“(...) as concepções atuais sobre a natureza e a epistemologia da ciência (Duchsl, 1994; Giere, 1988; Thargard, 1992) colocam, cada vez mais, o acento em que o conhecimento científico também é um conhecimento histórico e social, uma forma socialmente construída do conhecer e, portanto, afirmam que a ciência não pode ser ensinada sem essa dimensão processual ou procedimental”.

“A própria história mostra o avanço dos conhecimentos por aproximações sucessivas, através de rupturas e retificações que integram as conquistas anteriores e alteram a visão do mundo. Explicita essas rupturas. Por exemplo, é possível perceber que a generalização não depende de uma simples indução a partir do real, mas da elaboração de um modelo teórico que permita entender os fatos observados e fazer previsões” (BORGES, 2011).

A abordagem histórica oferece uma perspectiva de aprendizagem, pois propicia ao estudante uma construção ativa do seu conhecimento. Nesta perspectiva, os estudantes vão construindo suas representações mentais do mundo, que são

interpretadas por novas situações, bem como podem conduzir a ações efetivas de sua aprendizagem, atingindo cada vez mais a relação de ideias e experiências (MORTINER, 1992).

A partir dessa forma de organização, a articulação epistemológica⁸ dos conteúdos integra-se à historicidade da ciência permitindo “vincular o conhecimento científico ao contexto que é engendrado, fazendo-se fundamental para o entendimento de sua dinâmica” (LEAL, 2010, p. 55).

Segundo (MORTINER, 1992), a aplicação desse perfil epistemológico consiste em desenvolver parâmetros evolutivos de conhecimentos químicos em relação à história da ciência e à estrutura cognitiva do aprendiz, isto é, “caracterizar a ciência como um processo e não como um produto concluído, com seus modelos e teorias, e que na transitoriedade histórica e cultural existem relações entre a produção tecnológica e a organização social e, portanto, o compromisso da ciência com a sociedade” (POZO e CRESPO, 2009, p. 21).

Com isso, o processo de ensino-aprendizagem de Química consiste em que o aluno parta de conceitos realistas alternativos, do seu cotidiano, que interferem diretamente na aquisição dos seus conceitos científicos. A associação do movimento histórico-científico permite que o aluno possa desmistificar a construção da Química como ciência estática, imutável, tão peculiar à filosofia positivista, observando a relação entre a Química clássica e a Química moderna.

“A análise do processo histórico do desenvolvimento da ciência, pode auxiliar ao estudante a dar significado ao conhecimento químico, ao vislumbrar as questões que motivaram a proposição de conceitos e do olhar característico que o químico lança sobre a realidade” (DOS SANTOS e PORTO, 2013), contribuindo à estimulação da visão crítica da ciência como apontado por (DOS SANTOS e SCHNETZIER, 1996):

“Um outro objetivo importante destacado pelos educadores é apresentar ao aluno uma concepção de ciência como um processo em construção. Tal concepção enfatiza, também, o papel social da ciência, o qual é melhor compreendido quando se leva em conta o seu caráter histórico”.

Dentro desse processo de construção do conhecimento histórico, a contextualização busca motivar os alunos e potencializar o processo de ensino-

⁸ Neste sentido, entende-se por epistemologia como sendo “estudo dos postulados, conclusões e métodos dos diferentes ramos do saber científico, ou das teorias e práticas em geral, avaliadas em sua validade cognitiva, ou descritas em suas trajetórias evolutivas, seus paradigmas estruturais ou suas relações com a sociedade e a história” (CORREIA, 2003).

aprendizagem, permitindo o questionamento dos alunos sobre porque precisam aprender Química, permitindo a significação desse conhecimento, bem como a leitura mais crítica do mundo físico e social para exercer melhor a sua cidadania (DE OLIVEIRA, *et al.*, 2017). A partir dessas elucidações (DE LIMA, 2012) afirma que:

“(...) explorando os fatos que levaram à produção desse conhecimento ao longo da história, e por isso mostrando o seu aspecto essencialmente dinâmico, essa metodologia busca superar o ensino tradicional e dogmático ainda bastante arraigado nas escolas. Estratégias que estimulem a curiosidade e a criatividade dos estudantes, despertando sua sensibilidade para a inventividade e compreendendo que esta ciência e seus conhecimentos permeiam a sua vida, estando presente nos fenômenos mais simples do seu cotidiano” (ASTOLFI, 1995).

2.3. A compreensão do desenvolvimento histórico da CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) como ferramenta de contextualização no processo de ensino-aprendizagem em Química.

A sobrevivência dos seres humanos decorre da transformação da natureza pela ação de um esforço coletivo conforme a época e o lugar, desenvolvendo e aprendendo o uso de tecnologias e assim “fazendo história”. À medida que a necessidade do trabalho a ser realizado pela sociedade se modifica, transforma-se no mesmo instante no ser humano a forma de agir, de ser, de pensar e agir conforme cada cultura, caracterizando-se como condição de humanização e instrumento de liberdade porque, “é pelo trabalho que o homem viabiliza a realização de seus projetos (e desejos) no mundo, ao mesmo tempo que se torna propriamente humano” (ARANHA, KUPTAS, *et al.*, 2008, p.23).

Ao longo da história o homem sempre esteve em busca de instrumentos que diminuíssem a utilização de sua força muscular. A domesticação dos animais, o uso do plantio, o trabalho artesanal e as revoluções industriais constituem a criação de tecnologias para a realização das necessidades e desejos da humanidade. “A ciência e a técnica, que multiplicaram o potencial humano de atuação sobre a realidade cósmica e social, nasceram e se desenvolveram a partir dessa capacidade fundamental do homem, a que chamamos de trabalho” (DE SOUZA, 1984).

Assim, o processo de produção do conhecimento que caracteriza a ciência e a tecnologia constitui uma atividade humana, socialmente determinada que efetivamente se incorpore no universo de suas representações sociais e se constitua como cultura (ARANHA, KUPTAS, *et al.*, 2008).

Nos dias atuais, o conhecimento e a demanda formativa são extremamente rápidas e, por isso, é essencial que os futuros cidadãos sejam eficazes e flexíveis nos procedimentos e capacidades de aprendizagem, de maneira a permitir a adaptação desse novo contexto.

A estrutura conceitual do CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) segundo (DOS SANTOS e MORTIMER, 2002) é composta dos conceitos:

“(...) científicos e tecnológicos, processos de investigação e interações entre ciência, tecnologia e sociedade. A aquisição de conhecimentos científicos e tecnológicos enfatizaria aspectos relacionados ao interesse pessoal, à preocupação cívica e às perspectivas culturais. Os processos de investigação científica e tecnológica propiciariam a participação ativa dos alunos na obtenção de informações, solução de problemas e tomada de decisão. A interação entre ciência, tecnologia e sociedade propiciaria o desenvolvimento de valores e ideias por meio de estudos de temas locais, políticas públicas e temas globais. Nesse sentido, consideramos relevante discutir que visões os currículos CTS apresentam sobre ciência, tecnologia, sociedade e suas inter-relações”.

Com isso, o currículo CTS direciona a “uma integração de educação científica, tecnológica e social, em que os estudos científicos e tecnológicos são estudados considerando os seus aspectos históricos, éticos, políticos, socioeconômicos (...) propiciando o domínio cultural dentro da sociedade tecnológica, em que a linguagem científica se constitua uma ferramenta cultural na compreensão da cultura moderna” (DOS SANTOS, 2011).

O advento do desenvolvimento da Química é, historicamente, paralelo ao desenvolvimento de novas tecnologias dentro da própria Química e de outras ciências coirmãs (como a física e a biologia). O movimento CTS permite a busca de “uma diminuição da distância do mundo abstrato das disciplinas científicas ensinadas na escola e as experiências cotidianas dos alunos” (LEAL, 2010, p. 48), bem como os efeitos históricos no crescimento da ciência e da tecnologia.

Nesse sentido, a ciência associada à tecnologia direciona-se ao desenvolvimento histórico da sociedade. No caso dos objetivos do ensino de Química, deve-se relacionar outros aspectos inerentes a produção e utilização da Química como, por exemplo, as relações de produção dos produtos químicos usados no cotidiano e o seu mercado consumidor, a atuação do químico no desenvolvimento de novos produtos e o mercado de trabalho, entre outros.

Os processos químicos envolvidos e os aspectos ambientais, políticos, econômicos, éticos, sociais e culturais relativos, estão engajados dentro dos currículos nas inter-relações entre explicação científica, planejamento tecnológico e solução de

problemas e tomada de decisão sobre temas práticos de importância social (DOS SANTOS, SILVA, *et al.*, 2009).

O enfoque CTS proporciona a utilização da contextualização “socio-histórica dos conceitos estudados, procurando dar sentido aos conteúdos introduzidos e evidenciar o processo de construção do conhecimento científico, de forma que o aluno identifique que existem limitações na atividade científica e identifique o seu papel na sociedade” (DOS SANTOS, SILVA, *et al.*, 2009) e também da interdisciplinaridade, corroborando para a aproximação dos estudantes dos conteúdos a serem aprendidos em relação ao desenvolvimento da sociedade e se desvinculando da artificialidade dos conteúdos escolares e dos livros didáticos, como descrito por (RICARDO, 2007):

“(...) ao terminar a situação didática no qual o assunto ou problema foi trabalhado em sala, acaba também o sentido dos saberes envolvidos. Em alguns casos, pode haver uma tentativa de aproximação, mas não vai além de ilustrações ou motivações. (...) A educação CTS ou CTSA e a ACT (Alfabetização, Científica e Tecnológica) estariam bem mais próximas das três grandes competências e, por conseguinte, da realidade vivida pelos educandos, professores e escola”.

Neste direcionamento, o CTS proporciona ao estudante pensar a “própria natureza da ciência e de seu papel na sociedade (ibid) e, neste sentido, a abordagem histórico-filosófica do ensino de ciências torna-se um elemento indispensável para o CTS” (MAMEME e ZIMMERMANN, 2005).

O processo de ensino e aprendizagem no enfoque CTS promove a formação crítica do indivíduo, como ressaltado por (BOUZON, BRANDÃO, *et al.*, 2018):

“No espírito desse movimento está o desejo de oferecer, através da educação científica, uma visão mais autêntica da ciência e da tecnologia em seu contexto social, distantes de imagens mitificadas e tendenciosas (cientificismo e tecnocracia), ao mesmo tempo em que se reconhece a tecnologia como uma atividade diferente, integrada e equiparável com a ciência, e não só como mera ciência aplicada” (MANASSERO E VÁSQUEZ, 2001, p. 16).

A utilização da perspectiva CTS/CTSA “não esvazia a escola dos saberes teóricos, conceitos e modelos, nem os dilui em generalidades, ao contrário, exigir-se-á maior profundidade dos temas escolhidos para o estudo” (RICARDO, 2007).

3 METODOLOGIA

3.1. PCK como ferramenta de organização da atividade de ensino e aprendizagem: características teóricas-metodológicas e apropriação para a pesquisa.

Os modelos de ensino são representações criadas com o objetivo de subsidiar os alunos a aprenderem algum aspecto do modelo curricular (LIMA e NUÑES, 2013).

O modelo PCK desenvolvido por Shulman direciona-se à valorização do conteúdo específico na utilização de processos pedagógicos específicos (FERNANDEZ, 2015) e os processos de ensino que se originam do conhecimento dos professores e dos conteúdos específicos para que sejam transformados em procedimentos de ensino e aprendizagem eficazes (DA SILVA, 2010).

Após os estudos de Shulman nas investigações dos conhecimentos dos professores, inúmeros outros trabalhos foram desenvolvidos por diversos pesquisadores. Entre eles, os teóricos Gess-Newsome (1999) propuseram dois modelos teóricos para tentar explicar a formação e o desenvolvimento do PCK: o **Modelo Integrativo** e o **Modelo Transformativo** (FERNANDEZ, 2015), (GIROTTI JUNIOR, 2011), (DE GOES, 2014).

FIGURA 3: MODELOS DE DESENVOLVIMENTO INTEGRATIVO E TRANSFORMATIVO DO PCK

* = conhecimento necessário para o ensino na sala de aula.

Fonte: GESS-NEWSOME, 1999, p. 12, tradução nossa.

FONTE: (FERNANDEZ, 2015).

Como observado na figura da página anterior, no modelo integrativo ocorre o desenvolvimento em separado dos conhecimentos para que haja um ponto de intersecção na ação docente. Entretanto, o modelo transformativo resulta em um novo conhecimento da transformação dos conhecimentos do tema, pedagógico e do

conteúdo,⁹ acarretando em uma menor preocupação sobre esses conhecimentos, mas principalmente como eles se transformam em uma prática pedagógica (DE GOES, 2014), (GIROTTTO JUNIOR, 2011).

Entretanto, o modelo transformativo propõe ao professor uma síntese de todos os conhecimentos necessários, integrando o conteúdo, a pedagogia e o contexto (PEREIRA e FERNANDEZ, 2013).

Por isso, o modelo a ser adotado como parâmetro metodológico de análise deste trabalho será o modelo transformativo, onde os fatores históricos da Humanidade, história da ciência e da química realizarão a parte de contextualização (com a temática dos Produtos Naturais), no movimento de interligação do conhecimento do tema (entre Química Orgânica e suas respectivas funções orgânicas) e o conhecimento pedagógico (ações para promover o ensino e a aprendizagem das funções orgânicas).

FIGURA 4: MODELO TRANSFORMATIVO COM EIXO INTEGRADOR DE CONHECIMENTO HISTÓRICO.

FONTE: O AUTOR (2018)

Assim o eixo integrador do conhecimento histórico pauta-se na compreensão do conteúdo teórico a ser desenvolvido na disciplina de Química, na correspondência

⁹ Conhecimento sintático do conteúdo se refere ao domínio de regras e processos relativos e conhecimento substantivo e epistemológico quando se refere à natureza e aos significados do conhecimento, ao desenvolvimento histórico das ideias, ao que é fundamental e ao que é secundário, nos diferentes modos de organizar os conceitos e princípios básicos das disciplinas (DA SILVA, 2010).

de um processo de contextualização a partir da correspondência de fatores históricos, posicionando-se como uma abrangência de situações percebidas, utilizadas, valorizadas no passado, no entendimento daquilo que existe no agora dentro da perspectiva da Química, direcionando paralelamente o desenvolvimento de novas tecnologias com suas consequências na sociedade e apresentando novas possibilidades de utilização da química em futuros desafios que ela poderá se confrontar.

Ao mesmo tempo, as ferramentas pedagógicas proporcionarão dentro desse contexto as estratégias para engajar as ideias fundamentais do conteúdo, atribuindo a importância no que deve ser ensinado, como esse conhecimento deve ser organizado e quais as informações anteriores desse conhecimento serão recuperadas, organizando ideias-chaves sobre a aprendizagem, possibilitando ao professor uma compreensão do conteúdo e seus padrões subjacentes para os alunos – como aprende, como e porque aprende (foco no aluno), ambientes que propiciem uma melhora na aprendizagem e avalia as evidências da aprendizagem – unindo as ideias em que estão estudando na observação de suas crenças, experiências e aplicações desse conhecimento, ao propor uma nova leitura de mundo (BRANSFORD, DARLING-HAMMOND e LEPAGE, 2019, p. 31 ; BRANSFORD, DERRY, *et al.*, 2019, p. 36, 71).

Dessa forma, a contextualização histórica, promove a discussão da questão e do valor do conhecimento científico a partir de suas teorias e conceitos, em que a verdade para compreender o real é possível em um dado momento, apresentando o caráter progressivo da ciência, que não atingirá a verdade absoluta, mas sim uma mudança qualitativa na maneira de compreender o mundo, mudança essa que provoca a reinterpretação e o enriquecimento do conhecimento científico vigente e suas respectivas relações sociais e culturais (CESAR, 1989).

Dentro dessa abordagem específica, o PCK promove uma abordagem qualitativa na preocupação do processo e não especificamente ao produto, pois o processo de reflexão e nova compreensão do conteúdo trabalhado proporciona o melhor processo de entendimento dos processos de planejamento didáticos realizados. (LIMA e NUÑES, 2013).

Assim, a práxis do professor possibilita praticar a teoria e teorizar a prática como momentos de um mesmo e único processo em que se desenvolverá:

“(...) atitude crítica em relação à prática pedagógica e aos conhecimentos historicamente produzidos no sentido de que reflitam como acontece a articulação entre teoria e a prática na construção do conteúdo da disciplina” (Silva, 2010).

Dessa maneira, a definição de ensino a partir do PCK ocorre como “(...) uma profissão, uma propriedade coletiva, comunitária, em que seja possível desenvolver categorias que se tornem públicas, comunicável e possível de ser pensada a experiência privada dos professores” (RIBEIRO, 2019).

Nesse sentido, a importância do conhecimento e formação do professor na ação de seu ensino corresponde na compreensão da natureza multifuncional e conhecimento da matéria, as suas relações de compreensão conceituais, o conhecimento curricular e o conhecimento das dificuldades de aprendizagem dos estudantes (RIBEIRO, 2019).

Assim sendo, o PCK, dentro do panorama do modelo transformativo, estabelecerá uma metodologia orientada na experiência e na formação dos professores, que devem focalizar em seu trabalho de pesquisas sobre como as condições de aprendizagem e as práticas de ensino influenciam o desenvolvimento da aprendizagem dos alunos e como esses alunos influenciarão essas práticas de ensino, tendo como elementos de pesquisa (BRANSFORD, DARLING-HAMMOND e LEPAGE, 2019, p. 19):

- A pesquisa básica sobre como os alunos aprendem;
- As estratégias específicas de ensino, sobre o que e como os alunos aprendem;
- As práticas de ensino que influenciam a aprendizagem dos alunos;
- Como o professor aprende a partir das práticas e desenvolvimento da aprendizagem do aluno.

Em decorrência dos pressupostos anteriores, ao ganhar experiência a partir dos padrões das repostas dos alunos, o professor começa a entender melhor o raciocínio e a compreensão do conteúdo da disciplina na perspectiva da organização do ensino e como representá-los aos alunos em estratégias de aprendizagem que visam a compreensão desse aluno sobre o conteúdo da disciplina (GROSSAMN, SCHOENFELD e LEE, 2019, p. 174, 182).

Nesse tocante elabora-se dentro da perspectiva do modelo transformativo um constructo de panoramas de um PCK onde o professor deverá pontuar seu trabalho a partir dos três conhecimentos a seguir: (BRANSFORD, DARLING-HAMMOND e LEPAGE, 2019, p. 28 - 33)

- **Conhecimento do tema:** orienta-se pelas decisões sobre o que ensinar e o porquê, quando observar e analisar se os alunos estão preparados para aprender a natureza do conteúdo específico e como dar suporte ao desenvolvimento do ensino aos professores a partir do currículo; estabelecer uma compreensão flexível ao tema do conteúdo ligado à aprendizagem dos alunos; utilizar-se das experiências, atitudes e expectativas dos alunos em relação ao tema do conteúdo dentro de uma perspectiva contextualizada social, histórico e cultural como suporte das ações de ensino-aprendizagem.
- **Conhecimento do Contexto:** conhecimento da compreensão do aluno sobre o desenvolvimento do conteúdo em contextos sociais; conhecer como os alunos aprendem e desenvolvem o conteúdo e como as suas experiências possam dar suporte à aprendizagem; observar as crenças, informações e conhecimentos pré-existentes dos alunos para moldar a contextualização do conteúdo a ser aprendido; uma aprendizagem cultural que possa mediar a partir de contextos social, histórico e cultural, a aprendizagem do conteúdo permeando na influência que os alunos experimentam e como isso responde e originam sentido ao mundo ao seu redor (aluno/escola/comunidade/cidade); visualização do sentido do termo trabalho como um fator de mediação entre o mundo (sociedade) e o seu próprio mundo e como a ciência e a tecnologia impacta diretamente nas ações na sociedade;
- **Conhecimento Pedagógico:** a partir de decisões curriculares criar estratégias de aprendizagem, objetivos e adaptar aos seus alunos desde a avaliação, seleção de materiais, elaboração, sequenciamento de tarefas, trabalhos e atividades para os alunos em suas necessidades de aprendizagem, tendo um pensamento do conteúdo de ensino de forma contextualizada que possa promover um sentido amplo de compreender o objetivo social da educação; ter conhecimento de estratégias instrucionais que permitam o processo de ensino-aprendizagem de

forma coletiva aos alunos no direcionamento de uma aprendizagem contextualizada em que o aluno possa utilizar esse recurso com os seus pares; ter o processo de avaliação formativa como estratégia na observação da forma de pensar do aluno em sua progressão de sua aprendizagem, tendo o retorno do professor de como eles entendem ou entendem errado os assuntos específicos; elaborar estratégias que orientem os alunos na construção de sua própria aprendizagem; idealizar uma gestão da sala de aula que promova um ambiente positivo, com um ensino envolvente e motivador a partir da formação de grupos de aluno, originando a oportunidade de trabalharem juntos de maneira produtiva mediante uma estruturação de atividades e interações para que sejam ordenadas, intencionais e baseadas em entendimentos comuns dentro do tempo de aprendizagem.

Com isso, esboça-se aqui uma elaboração metodológica dentro da perspectiva do PCK a partir da formação, experiência e pesquisa do professor, para que ele possa organizar uma estrutura conceitual que permita aumentar continuamente seus conhecimentos e habilidades em moldar a aprendizagem dos alunos em práticas de ensino que corroborem em fornecer diversas representações e que ofereçam suporte para a aprendizagem do conteúdo.

A partir dessa metodologia, foi elaborado um modelo de PCK que possibilitará o ensino de química orgânica, mais especificamente no processo de ensino e aprendizagem em funções orgânicas em um movimento multifuncional: pelos processos de conceituação, de contextualização (dentro das características históricas, tecnológicas e questões socio-científicas que propiciam os princípios fundamentais de química em processos e produtos utilizados no dia-a-dia, tornando-os mais significativos) e pedagógicas. A figura 5 representa a articulação desses fatores a serem desenvolvidos no trabalho.

FIGURA 5: ORGANIZAÇÃO DE UM PCK DE PROCEDIMENTO TRANSFORMATIVO PARA O ENSINO DE QUÍMICA

FONTE: O AUTOR (2020)

Nesse desenvolvimento, o processo de contextualização irá se colocar como uma contraposição lógica de uma prática pedagógica linear da disciplina em sua forma clássica (exposição do conteúdo em sala de aula) para uma transposição ~~de~~ através do modelo transformativo, para que possa extrapolar a dimensão meramente conceitual levando à sala de aula uma abordagem historicamente universal (Produtos Naturais), vinculadas a um conjunto de práticas e conhecimento do mundo natural, do domínio científico e tecnológico objetivando uma perspectiva de uma formação mais cidadã.

Não obstante, a atuação dos recursos na elaboração do modelo de PCK regulariza as estratégias de ensino usada para desafiar os alunos a mover-se gradualmente em direção a um maior entendimento dos conteúdos no qual não seriam capazes de alcançar sem assistência, em que o professor elabore um repertório pedagógico que forneça apoio ao desenvolvimento para o conteúdo específico que ensinam (GROSSAMN, SCHOENFELD e LEE, 2019, p. 185, 191).

Portanto, o eixo integrador de conhecimento deverá promover nos alunos certos valores relacionados com a natureza da ciência e suas implicações sociais e também relacionar as atividades do aluno para com seus colegas, professores, a sociedade em um direcionamento adequado da natureza da ciência com a construção social do conhecimento.

3.2. Abordagem e recursos metodológicos para o processo de ensino e aprendizagem com o eixo integrador do conhecimento químico: os Produtos Naturais.

A utilização de procedimentos estratégicos permite ao estudante realizar a construção do seu conhecimento inserindo-o como um dos principais responsáveis pela sua própria formação. Essas estratégias de ensino e aprendizagem necessitam do domínio de técnicas que dela fazem parte, ou seja, as estratégias são compostas por técnicas.

Assim, (POZO e CRESPO, 2009, p.47) descreve as estratégias como sendo “o uso deliberado e planejado de uma sequência composta de procedimentos, dirigida a alcançar uma meta estabelecida”.

Os componentes necessários para a realização desses procedimentos estratégicos são (POZO e CRESPO, 2009, p. 47):

- a) Meta-conhecimento: reflexão consciente na seleção e no planejamento dos procedimentos mais eficazes em cada caso, controle de sua execução e avaliação do êxito ou fracasso obtido com a aplicação da estratégia;
- b) Conhecimentos Temáticos Específicos: conhecimento não apenas verbal, mas também um conhecimento conceitual ou uma compreensão dessa área;
- c) Estratégias de Apoio: processos auxiliares que apoiam o aprendizado, melhorando as condições materiais e psicológicas em que ele ocorre;
- d) Processos Básicos: desenvolvimento ou progresso na aquisição de determinados conhecimentos necessários para a aplicação de uma estratégia ou para o uso de certas técnicas ou habilidades.

A partir desses caminhos abordados, a dinâmica de desenvolvimento das estratégias das ações planejadas na execução configura-se como:

- a) Debates e Argumentação: utilização de textos relacionados com o processo histórico contextualizando os temas a serem trabalhados, da química dos Produtos Naturais nos seus diversos aspectos, oferecendo aos alunos a oportunidade de expor e refletir sobre suas ideias prévias a respeito de fenômenos e conceitos científicos, possibilitando um potencial atitudinal na convivência e cooperação interpessoal na disponibilidade de ideias e posições individual e de seus pares, em um processo de relação de ensino-aprendizagem coletiva, além de aprenderem um novo gênero discursivo, o gênero científico escolar.

- b) Estudo das Funções Orgânicas: caracterização das substâncias orgânicas em consideração aos grupos funcionais presentes nas moléculas do texto. O grupo funcional caracteriza o comportamento químico dessa substância, determinando as suas propriedades físicas e químicas.
- c) Experimentos, Mapa Conceitual e Procedimento Lúdico: os experimentos, como elementos próprios da constituição da história do desenvolvimento da Química, promove uma estratégia “para a articulação dos aspectos empíricos, teóricos e representacionais, tanto para o aprofundamento de laços quanto para a produção de conflitos e rupturas” (LEAL, 2010, p.78); os mapas conceituais promove estratégia que atribuirão significados a conceitos e relações entre conceitos de um corpo de conhecimentos “apresentando sistemas contextualizados mais amplos como atividades químicas e problemas socioambientais, aspectos socioculturais e técnico-científicos, etc.” (LEAL, 2010, p.85); por fim os procedimentos lúdicos atuam na estratégia de auxiliar na sistematização do conhecimento do estudante permitindo que ele aprenda durante o jogo (MESSEDER NETO e DE MORADILLO, 2015).

FIGURA 6: PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DAS AÇÕES METODOLÓGICAS

FONTE: O AUTOR (2018)

“Os Produtos Naturais são caracterizados a partir de sua precedência histórica em decorrência da produção de substâncias químicas, produzidas por plantas e microrganismos, que influenciaram a história humana e como estas direcionam a economia mundial e os impactos em nosso cotidiano” (FIRN, 2010, p.10).

A química de Produtos Naturais é a subárea mais antiga da Química Orgânica (BERLINK, BORGES, *et al.*, 2017). Nesse processo, os Produtos Naturais proporcionaram o desenvolvimento histórico das civilizações desde a utilização de recursos naturais na medicina, no controle de pragas e em mecanismos de defesa, utilização para pintura dos corpos e cabelos como modo de comunicação, escritas e pinturas de cavernas, finalidades estéticas, religiosas, gomas e essências (VIEGAS JR, BOLZANI e BARREIRO, 2006), (ALMEIDA, MARTINEZ e PINTO, 2017), direcionando a contextualização dos procedimentos estratégicos e metodológicos a serem analisados e identificados nessa pesquisa.

Atualmente a química de Produtos Naturais vive o seu segundo apogeu, de maneira tão extensa e intensa que esta ciência praticamente teve que ser “desmembrada” em tópicos como química biológica, biologia química e química bio-orgânica, para além de suas especialidades mais reconhecidas, a fitoquímica e a farmacognosia (BERLINK, BORGES, *et al.*, 2017).

Para a implementação dessas ideias será proposto a utilização de textos integradores de conhecimento, ou seja, textos contextualizados com a temática dos Produtos Naturais que apresentaram os aspectos históricos, sociais, culturais, econômico, de saúde, meio ambiente e técnico/tecnológico voltados ao processo de ensino/aprendizagem das funções orgânicas que se encontram no apêndice A.

As bases dos textos foram extraídas em sua totalidade da compilação de artigos encontrados no livro Química Hoje (IVANISSEVICH e PINTO, 2012), bem como os demais assuntos apresentados através de livros didáticos, artigos de outras revistas e sites da web, que também foram extraídos em partes para a produção desses textos. Todos esses referenciais se encontram nas respectivas bibliografias de cada texto produzido.

Os textos estão voltados para o auxílio do processo de ensino-aprendizagem das funções orgânicas com a representação de estruturas moleculares contextualizadas dentro da temática dos produtos naturais na viabilização da apropriação do conhecimento curricular desse ensino de Química.

A estrutura textual é organizada em quatro partes em sinergia contextual abrangendo:

- A relação histórica dos produtos naturais e as moléculas orgânicas e suas respectivas funções;
- Química em Ação: os aspectos CTS relacionados ao estudo das funções orgânicas relacionados aos aspectos históricos;
- Curiosidades: informações que irão complementar o assunto;
- Construindo o seu próprio vocabulário: espaço destinado à captação de palavras ou termos através de um dicionário físico/virtual que possibilitem a melhor compreensão do texto.

Os textos serão utilizados na seguinte ordem:

- A História dos Produtos Naturais na Odisseia Humana: neste texto é apresentado o que são os produtos naturais e suas utilizações ao longo da história da humanidade e, paralelamente, com as estruturas moleculares conhecidas desses produtos naturais, questões de preocupação com a preservação dessas fontes naturais para a utilização racional desses recursos e seus aspectos econômicos e culturais; aqui caberá o desenvolvimento do conteúdo curricular correspondente a introdução ao estudo da química orgânica e da classificação das cadeias carbônicas.
- A poesia da fermentação e da produção de bebidas alcoólicas: nesse texto descreve-se o desenvolvimento em movimento histórico da molécula do etanol em seus diversos produtos, abrangendo questões da produção industrial desses produtos e seus impactos econômicos, questões de fatores em relação à saúde e a ingestão das substâncias alcóolicas; o desenvolvimento do conteúdo será o estudo das funções orgânicas álcool, fenol e enol.
- Há algo no ar: aqui será explorada a química dos perfumes ao longo da história e a produção de substâncias orgânicas sintéticas em relação aos produtos naturais dessas substâncias e seus fatores industriais e econômicos, bem como outras substâncias que apresentam odores conhecidos e utilizados; serão desenvolvidos os conteúdos das funções dos aldeídos, cetonas e ácidos carboxílicos.

- Química e Religião: nesse último fascículo será abordado o conhecimento das religiões sobre o uso dos produtos naturais e a construção cultural ao longo da história dessas relações, ressaltando a importância desses conhecimentos para o desenvolvimento de diversos medicamentos e seus fatores econômicos/industriais; estudo das funções orgânicas dos éteres, ésteres, aminas e amidas.

Já o estudo dos tióis ou mercaptanas será realizado ao final com a utilização de todos os textos que apresentem esse grupo funcional.

A utilização dos textos será estabelecida mediante a divisão dos alunos em grupos (cada grupo terá um nome específico que os próprios irão estabelecer) de seis componentes em relação as etapas do plano de aula a seguir.

FIGURA 7: AS AÇÕES DO PLANO DE AULA COM O TEXTO INTEGRADOR DE CONHECIMENTO (SEQUÊNCIA DE 1 A 7).

FONTE: O AUTOR (2020)

Inicialmente, na etapa 1, o professor estabelecerá, com antecedência de uma semana, uma perspectiva do tema geral vinculado aos textos integradores a partir da temática dos Produtos Naturais que será abordado, solicitando aos alunos que realizem uma pesquisa sobre o assunto.

Após esse período, os grupos serão formados e, com a organização do professor, será estabelecido a exposição da pesquisa dos alunos.

Na etapa 2, espera-se evidenciar os conhecimentos prévios que os alunos tragam como respostas a determinadas hipóteses e suposições sobre o assunto pesquisado a fim de que, em torno dessas contribuições, o professor possa estabelecer a partir da leitura futura do texto, um campo visual onde poderá interligar suas informações ao conteúdo a ser desenvolvido, no sentido de ampliar o conhecimento ou de resolver situações que os alunos considerem interessantes, ocasionando a perspectiva de um garantir significância e funcionalidade da aprendizagem dos conteúdos específicos.

Nessa etapa da aula – etapa 3 – o professor estipulará o tempo necessário para que os alunos leiam uma parte do texto delimitando até um ponto e que os mesmos possam discutir entre eles essas partes. Nesse ponto, espera-se que a leitura possa coagir os alunos a questionar seus conhecimentos e reconsiderar, ou não, as interpretações realizadas anteriormente.

Assim, dentro desse intervalo de tempo, o professor poderá preparar os recursos oportunos para o desenvolvimento dos conteúdos em questão, tendo como base as estruturas correspondentes para o processo de ensino das funções orgânicas apresentadas no texto.

Após o término do período estabelecido, a etapa 4 corresponderá ao momento fundamental para entrelaçar o processo de contextualização ao incentivo da construção do significado do conteúdo, uma vez que o professor irá intervir na dinâmica do processo a fim de que a participação e a explicitação dos pensamentos dos alunos possam oferecer a construção do conhecimento seja realizada por todos, no direcionamento da apresentação do conteúdo que, de certa forma, encontra-se explícito nas estruturas apresentadas no texto.

Na etapa 5, o professor desenvolverá o conteúdo específico com as particularidades das funções orgânicas em questão. Dentro dos parâmetros a serem realizados, a identificação dos grupos funcionais, a estruturação e a nomenclatura das cadeias carbônicas e suas propriedades físico-químicas serão aspectos trabalhados nesta etapa.

Aqui ressalva-se que o desenvolvimento gradual dos conceitos anteriores – ligações químicas, estruturas de Lewis e forças intermoleculares – anteriormente

realizados, devem ser recapitulados e observados a sua importância, pois estão promovendo um novo nível de racionalização e percepção das substâncias químicas.

Não obstante, a utilização de outras estruturas orgânicas que promovam um processo de contextualização, buscando pontos de ancoragem ao conteúdo, com utilizações e aplicações de situações reais, contribuirão para estabelecer relações entre os conceitos e os conteúdos, possibilitando a compreensão da estrutura molecular e a compreensão das propriedades das substâncias químicas e seus respectivos materiais.

Consequentemente, a etapa 6 pauta-se no início da elaboração de um mapa conceitual que promoverá, paralelamente ao auxílio do professor quando solicitado pelo aluno, onde esse, individualmente, irá construir o estabelecimento das relações do conteúdo que poderão ser relacionadas com as novas relações trazidas nas leituras/discussões do texto como elemento constitutivo da elaboração do conhecimento científico – o aprendizado do conteúdo – como fator importante no tratamento dos impactos reais na perspectiva socio-histórico-cultural.

Assim, o mapa conceitual terá a visualização para o professor como um modelo de desenvolvimento do conteúdo de aprendizagem do aluno, isto é, a sistematização das diversas ações em que ele compreendeu observando a partir da elaboração dessa ferramenta, o conhecimento adquirido nesse processo em sua elaboração pessoal (avaliação formativa e diagnóstica).

Ao mesmo tempo, o mapa conceitual será um instrumento de avaliação dos textos integradores de conhecimento na medida em que essas formas de atividades estão colaborando na apropriação dos conteúdos e contribuindo na elaboração de esquemas explicativos que poderão nortear a uma nova leitura de mundo, isto é, demonstrar as competências do domínio do conteúdo aprendido de uma forma mais integral e cidadã.

Por fim, a etapa 7 corresponderá na realização de atividades como resolução de exercícios do livro didático presente na sala de aula, com a correção dos mesmos no dia da aula, e tendo como tarefa a leitura final do texto, a entrega em uma folha separada das demais estruturas presentes no texto com o reconhecimento das funções orgânicas conhecidas e a finalização do mapa conceitual.

Após o término de cada ciclo representado anteriormente, será discutido na próxima aula, a leitura final dos textos, as possíveis pesquisas realizadas sobre o assunto, entre outros, a fim de ocorrer uma troca de novas

informações/conhecimentos na elaboração do mapa conceitual do assunto – estrutura esta que poderá ser modificada a qualquer instante pelo aluno.

Dessa forma, o eixo integrador do conhecimento para este específico ensino de química tentará abranger aquilo que se deve ser ensinado dentro da proposta curricular permitindo a integração, diferenciação, em consonância com a formação de um cidadão crítico e atuante na sociedade como representado na figura a seguir.

FIGURA 8: MODELO DE PROPOSIÇÃO DE ENSINO E APRENDIZAGEM EM QUÍMICA A PARTIR DO EIXO INTEGRADOR DE CONHECIMENTO.

FONTE: O AUTOR (2020)

Dentro dessa perspectiva, o desenvolvimento para a aprendizagem do conteúdo da disciplina de Química deverá se pautar de uma proposta em abordar diversos contextos que, partindo de suas contribuições históricas, sociais, filosóficas, culturais, éticas e tecnológicas, promovam a orientação do ensino-aprendizagem de Química.

Nesse sentido, a perspectiva histórica perpassa no desenvolvimento da sociedade nas utilizações de diversas substâncias químicas em diversos períodos históricos impactando nos contextos sociais, morais, espirituais e culturais, em cujo meio se encontram caracterizando ao final, os significados de nossa história cultural.

Dessa forma, o desenvolvimento do conhecimento e entendimento da Química auxilia a compreensão dessas substâncias químicas, potencializando as suas utilizações, em uma vertente que resulta no avanço da sociedade ou não, isto é, na escrita de sua própria história.

Assim a abordagem dos Produtos Naturais direciona a seleção de fontes e materiais que proporcionará as perguntas a serem construídas dentro das estruturas orgânicas que remeterão ao estudo de suas respectivas funções e suas características de forma pedagógica, isto é, “produzir uma história simplificada que lance luz sobre a matéria, mas que não seja uma mera caricatura do processo histórico” (MATTHEWS, 1995).

Desse modo, a perspectiva CTS contribuirá no sentido de que o ensino do conteúdo de química seja contextualizado para o entendimento do mundo natural (conteúdo científico – a teoria a ser desenvolvida) com o mundo construído historicamente pelo homem (tecnologia – conhecimento para atender as necessidades sociais) e o seu mundo social e cultural cotidiano.

Na medida que ocorra o desenvolvimento desse panorama CTS, espera-se a promoção do processo de ensino do conteúdo nas relações com as experiências já vivenciadas dos alunos e a percepção de suas utilizações em sociedade, na direção de não reduzir a aprendizagem de química à memorização de conceitos e aplicação de formas.

Dessa forma, a realização da movimentação histórica dos Produtos Naturais em paralelo com a dinâmica CTS possibilitará ao professor se pautar sob a forma de um ensino interdisciplinar, em que o conhecimento químico e a aprendizagem de seu conteúdo ocorrerá a partir de uma perspectiva social, histórica e cultural, onde os temas unificadores terão função de explorar a interligação dos fatores históricos e da CTS para a ancoragem da aprendizagem do conteúdo em Química – nesse caso das funções orgânicas – de modo que esse desenvolvimento possa proporcionar aos alunos uma maior importância no conhecimento e interpretação dos produtos químicos e como eles interagem em nosso cotidiano.

Nesse contexto, os aspectos relacionados ao conhecimento químico ~~se~~ decorrerão da ação da parte fenomenológica que corresponde aos Produtos Naturais, em seus aspectos de interpretação na materialidade da utilização das substâncias, permeadas em seus significados sociais nas estruturas conceituais explicativas a nível teórico, que corresponderá aos modelos das ligações químicas que constituem a visualização das moléculas, no sentido de amplificação do significado das substâncias

analisadas e as suas representações em linguagem específica da Química (símbolos dos elementos químicos e fórmulas das estruturas moleculares).

Não distante, os focos de interesse em Química permeiam na mediação do ensino de Química em interação no avanço apropriado aos conceitos e os conteúdos estudados de forma mais sólida e flexível, a partir da perspectiva contextualizada dos Produtos Naturais de forma interdisciplinar, que promoverá o afastamento da fragmentação dos conteúdos de Química no sentido do uso das substâncias e dos materiais na perspectiva de suas propriedades, constituições e transformações correspondentes ao modelo atômico-molecular.

Portanto, o eixo orientador do conhecimento irá propor a reorganização dos processos das abordagens dos aspectos do conhecimento químico e os focos conceituais do ensino de Química no início do processo de elaboração do ensino dos conteúdos, onde o aluno possa construir e reelaborar os seus modelos de aprendizagem com a mediação do professor, a fim de que a contextualização social, histórica e cultural possa dar significado aos conteúdos introduzidos como descrito por (SHULMAN, 1986, p. 9):

“Pensar apropriadamente sobre o conhecimento do conteúdo requer que se vá além do conhecimento de fatos ou conceitos da área; requer que se compreenda as estruturas da matéria (...) O professor deve não apenas ser capaz de definir aquilo que é aceito como verdade na área, mas também deve ser capaz de explicar porque uma dada proposição é considerada definitiva, porque deve-se aprendê-la e como ela se relaciona a outras proposições; tudo isso tanto na própria matéria como fora dela e, também, na teoria e na prática”.

3.3. Mapas Conceituais e o Eixo Integrador de Conhecimento Químico: a construção e inter-relação dos conhecimentos como ferramenta de integração e relacionamento de informações na atribuição de significados aos alunos.

“Os mapas conceituais vêm sendo utilizados nas mais distintas áreas do conhecimento, tendo diferentes finalidades, como na aprendizagem, na avaliação, na organização e na representação do conhecimento” (DE FREITAS FILHO, 2007).

"Os mapas conceituais correspondem a diagramas hierárquicos que mostram a organização e correspondência entre conceitos,¹⁰ que são apresentados por uma diferenciação progressiva (desdobramento de um conceito em outros que estão contidos) ou por uma reconciliação integrativa (relação de um conceito com outro aparentemente diferente)" (CARRABETA JÚNIOR, 2013).

"Ao dispor sob a forma gráfica de um mapa conceitual os conceitos conhecidos, relacionando esta noção inicial com outras também já conhecidas, estabelecendo uma hierarquia e/ou determinando propriedades, o aluno pode organizar seu conhecimento de maneira autônoma, retificando seu próprio raciocínio em função da construção do mapa" (CARRABETA JÚNIOR, 2013).

Como procedimento pedagógico, os mapas conceituais evidenciam significados, direcionando os conceitos na formação de um conjunto de relações desses conceitos, ou seja, uma teia onde estes conceitos evoluirão no desenvolvimento cognitivo de quem se utiliza (DE FREITAS FILHO, DE FREITAS, *et al.*, 2013).

Se verifica, então, a partir de (LIMA, 2004; apud DE FREITAS FILHO, DE FREITAS, *et al.*, 2013) a caracterização do mapa conceitual como sendo:

"(...) uma forma de diagrama especificamente direcionado para fornecer uma linguagem visual parecida com as características da linguagem natural do texto, no sentido de que eles possam estar sujeitos às limitações sintática e semântica, e sua capacidade de representação pode variar de uma forma muito informal a uma forma extremamente formal".

Assim, segundo (MOREIRA, 2013) a concepção da ferramenta mapa conceitual institui-se em um diagrama de interligação entre os conceitos na elaboração de uma rede conceitual, onde esses conceitos são apontados por palavras chaves que indicam o tipo de relação formados por dois conceitos com a conexão das palavras chaves para a formação de uma asserção que se comunica com a ideia contida na relação. A figura a seguir mostra a produção dessa ferramenta.

¹⁰ "Conceitos são representações de um objeto pelo pensamento, relativamente à apresentação de suas características gerais, sendo expressos por palavras que os descrevem e particularizam (NOVAK, 1988). Eles podem referir-se a acontecimentos, compreendidos como algo ocorrido e passível de comprovação, ou a objetos, entendidos como elementos existentes e que permitem observação. Ainda, os conceitos podem ser considerados – consoante a perspectiva do indivíduo – como "[...] as imagens mentais que provocam em nós as palavras ou signos com os quais expressamos *regularidades*" (ONTORIA, 2005, p. 44), (DE SOUZA e BORUCHOVITCH, 2010).

FIGURA 9: EXEMPLO DE UM MAPA CONCEITUAL

FONTE: (DE FREITAS FILHO, DE FREITAS, *et al.*, 2013)

Nessa perspectiva, o mapa conceitual propiciará não só o aumento do número de relações entre os conceitos, mas também exibirá o significado dessas relações criando uma rede de conceitos que seja a mais completa e organizada possível (POZO e CRESPO, 2009, p.262).

Nesse sentido, dentro do processo do eixo integrador de conhecimento, o mapa conceitual contribuirá para que “os conceitos que interagem com o novo conhecimento e servem de base para a atribuição de novos significados vão também se modificando em função dessa interação, isto é, vão adquirindo novos significados e se diferenciando progressivamente” (MOREIRA, 2013) dentro de uma interação contextualizada (Produtos Naturais), focalizando o conteúdo que se espera ser aprendido e aquele que corresponderá como o veículo para a aprendizagem em seu conjunto de conhecimentos.

Por fim, como elemento do conhecimento pedagógico na perspectiva do PCK, os mapas conceituais proporcionaram esquemas que auxiliam a fornecer padrões internos de monitoramento da aprendizagem dos alunos na perspectiva de uma avaliação formativa para o professor, na possibilidade de oferecer oportunidades de revisão dos processos de ensino ao professor e direcionar no atendimento das dificuldades dos alunos na identificação e análise de erros de compreensão do conteúdo a ser ensinado.

3.4. Procedimento Experimental: ferramenta didática de contextualização no processo de ensino e aprendizagem de funções orgânicas.

“A experimentação¹¹ é um fazer elaborado, construído, negociado historicamente, que possibilita através de processos internos próprios estabelecer ‘verdades científicas’” (ALVES FILHO, 2000).

“A experimentação no ensino de Química tem sido defendida por diversos autores, pois constitui um recurso pedagógico importante que pode auxiliar na construção de conceitos que devem ser conduzidos visando diferentes objetivos, tais como demonstrar um fenômeno, ilustrar um princípio teórico, coletar dados, testar hipóteses, desenvolver habilidades de observação ou medidas, adquirir familiaridade com aparatos, entre outros” (FERREIRA, HARTWIG e DE OLIVEIRA, 2010).

As atividades experimentais proporcionam aspectos formativos na formação da cidadania como o “desenvolvimento da capacidade de trabalhar em grupo, e o consequente aprimoramento de várias habilidades e competências, como divisão de tarefas, responsabilidade individual e com o grupo, negociação de ideias e diretrizes para a solução dos problemas, dentre outras” (GALIAZZI; GONÇALVES, 2004); e também o desenvolvimento da iniciativa pessoal, pois, quando instigados a pesquisar e propor hipóteses para a solução de problemas, ou a pensar e fornecer explicações para os fenômenos observados nos experimentos, os alunos são estimulados a tomar decisões e expressar suas ideias para outras pessoas; a compreensão das relações entre ciência, tecnologia e sociedade, por meio da discussão de aspectos relacionados à tecnologia presente no dia-a-dia deles, às relações sociais associadas à produção do conhecimento científico e às implicações ambientais decorrentes da atividade científica (GONÇALVES; MARQUES, 2006); a compreensão sobre a natureza da ciência e o papel do cientista em uma investigação, informando ao aluno, por exemplo, que as observações científicas não são puras ou desprovidas de quaisquer ideias teóricas do observador, ou ainda que não existe um único caminho para a resolução de um problema” (BORGES, 2002).

¹¹ Segundo (JAPIASSÚ; MARCONDES, 1996 apud ROSITO, 2011, p. 152) experimentação significa “interrogação metódica dos fenômenos efetuada através de um conjunto de operações, não somente supondo a repetibilidade dos fenômenos estudados, mas a medida dos diferentes parâmetros: primeiro passo para a matematização da realidade”.

“A função do experimento¹² é fazer com que a teoria se adapte à realidade, poderíamos pensar que, como atividade educacional isso poderia ser feito em vários níveis, dependendo do conteúdo, da metodologia adotada ou dos objetivos que se quer com a atividade” (BUENO, MOREIA, *et al.*, 2008).

Neste sentido, a atividade experimental deve procurar enriquecer as teorias pessoais sobre a natureza da ciência que visa a superação da visão simplista de que pela “observação se chega às teorias aceitas pela comunidade científica; pela experimentação em sala de aula se valida e comprova uma teoria; as atividades experimentais são intrinsecamente motivadoras; as atividades experimentais contribuem para captar jovens cientistas” (GALIAZZI e GONÇALVES, 2004).

Diante da atividade experimental deve se orientar a articulação das interações discursivas e conceituais no objetivo da aprendizagem do aluno em relação à transmissão de algum conhecimento pela prática, observando nele seu conhecimento e dificuldades durante as suas ações na manipulação de objetos e ideias que permitem a negociação de significados entre si e o professor (GALIAZZI e GONÇALVES, 2004; BUENO, MOREIA, *et al.*, 2008; LEAL, 2010, p.32).

Dentro desse espectro, visualiza-se o procedimento experimental como um poderoso recurso didático, mediador no processo ensino-aprendizagem dos conteúdos de Química, que poderá aumentar a motivação dos alunos em relação ao conteúdo científico, no caso químico que está sendo abordado.

Adotaremos o procedimento experimental de verificação que constitui segundo (DE OLIVEIRA, 2010):

“(…) a verificar ou confirmar alguma lei ou teoria. Nesse tipo de experimento, embora os resultados sejam facilmente previsíveis e as explicações dos fenômenos geralmente conhecidas pelos alunos, os alunos são estimulados a interpretar os parâmetros que determinam o comportamento dos fenômenos observados, articulando os conceitos científicos que conhecem”.

Com isso será proposto dentro da construção do conhecimento das funções orgânicas o desenvolvimento de um experimento após o estudo dos textos integradores de conhecimento, como por exemplo o experimento contextualizado na produção sobre “Xampu de Babosa” (ELY, LINDNER, *et al.*, 2013, p. 66 – 67), onde poderá ser produzido o produto, reconhecer as substâncias orgânicas presentes no produto e, a partir de um relatório, desenvolver o estudo das funções orgânicas.

¹² Experimento significa um ensaio científico destinado à verificação de um fenômeno físico. Portanto, experimentar implica pôr a prova; ensaiar; testar algo (ROSITO, 2011, p. 152).

Também poderá ser realizada a caracterização da acidez e alcalinidade das funções orgânicas, articulando-se com a análise de pH da amostra no âmbito qualitativo que se encontra no apêndice B.

O processo de desenvolvimento do experimento, realizado em parte fora do horário convencional das aulas, será constituído de 3 etapas:

- Leitura das quatro primeiras páginas do procedimento experimental construído a partir do texto integrador do conhecimento com a temática sobre a “A Química dos Produtos de Higiene Pessoal” (30 minutos da aula regular), debate sobre o texto e explicação dos conteúdos dos processos de remoção da sujeira do cabelo, reação de saponificação e a estrutura do cabelo;
- Procedimento Experimental fora do horário da aula regular, dentro do intervalo de tempo de uma hora e trinta minutos (nesta situação será montado um esquema de extração pelo procedimento Soxhlet para obtenção de uma essência de perfume que não será utilizada no procedimento) e entrega do relatório experimental;
- Discussão dos resultados experimentais, leitura e debate sobre as partes restantes do texto e conclusão do mapa conceitual (50 minutos da aula regular).

3.5. O procedimento lúdico como instrumento motivador, atraente e estimulador do processo de ensino-aprendizagem e na construção do conhecimento das funções orgânicas.

Segundo Huizinga (2007), “o jogo pode ser definido como atividade ou ocupação voluntária, realizada dentro de certos limites de tempo e de espaço, segundo regras obrigatórias e consentidas entre os participantes, dotado de um fim em si mesmo, acompanhado de um sentimento de tensão e de alegria e uma consciência de ser diferente da vida cotidiana” (CARDOSO, BERNADES, *et al.*, 2020).

Nesse âmbito, o jogo poderá propiciar atingir determinadas aprendizagens apresentando objetivos pedagógicos que leva o professor à condição de condutor e estimulador da aprendizagem dos conteúdos específicos auxiliando ao aluno na tarefa de produção e reprodução de conceitos despertando os seus conhecimentos prévios e articulando esses conhecimentos a uma nova informação que está sendo apresentada expandindo habilidades cognitivas, criatividade, percepção, diferentes

experiências pessoais e sociais, ou seja, estimulando o aluno em aprender em sua totalidade (ZANON, GUERREIRO e DE OLIVIERA, 2008).

Assim, o procedimento lúdico atenta-se em seu processo de ensino e aprendizagem segundo (SOUZA e SILVA, 2012) como sendo jogos que:

“(...) proporcionam ao aluno uma forma prazerosa e divertida de estudar, além de oferecer ao professor uma maneira diferente de avaliar a assimilação do alunado em relação aos conteúdos estudados, de revisar conteúdos ou como um meio mais dinâmico de fixar o conhecimento, permitindo a identificação de erros de aprendizagem”.

Na expansão deste sentido, (SANTOS, 1997 apud DE SOUZA e DA SILVA, 2018) apresenta o desenvolvimento do procedimento lúdico como um facilitador na aprendizagem que direciona avanços pessoais, sociais e cultural colaborando para a saúde mental, facilitando os processos de sociabilização, comunicação, expressão e construção do conhecimento.

Esse processo de ensino-aprendizagem é influenciado diretamente quando o aluno relaciona o emocional e o pessoal durante o jogo, isto é, tornando um sujeito ativo no processo, integrando as esferas motoras, cognitivas, relacionais e afetivas (DE SANTANA e REZENDE, 2008).

Com isso, o desenvolvimento mais abalizado na produção de respostas mais criativas e eficazes na resolução de problemas com as habilidades no conhecimento, valores e atitudes, se integram em relação às necessidades do meio manifestadas na ação do jogo, aprimorando-se com a prática e traçando a reconstrução do conhecimento (DE SANTANA e REZENDE, 2008).

Esse processo também direciona o desenvolvimento de qualidades e valores dos alunos, propondo a realização autoral do seu desenvolvimento e encontrando no professor um estimulador e incentivador de suas potencialidades (FELÍCIO e SOARES, 2018).

Portanto, o procedimento lúdico ajuda o desenvolvimento de competências e habilidades, ocasionando a dinamização e a facilitação do entendimento dos conteúdos de Química, principalmente aqueles que apresentam maiores dificuldades, promovendo a mediação entre professor e aluno com o conteúdo a ser estudado e a produção de conhecimento (DE OLIVEIRA, DE OLIVEIRA, *et al.*, 2018).

Na condução do eixo integrador de conhecimento o procedimento lúdico elaborado para o processo de ensino-aprendizagem de funções orgânicas será pautado do jogo Super Trunfo®, que aqui será denominado de Crash, Boom, Bang!.

Os grupos que já estão organizados na leitura dos textos integradores de conhecimento terão seus componentes divididos e irão jogar com os outros alunos de outros grupos.

Em Crash, Boom, Bang!, o jogo é constituído de dois conjuntos de cartas. As cartas foram produzidas a partir de substâncias do contexto dos Produtos Naturais e divididas em dois conjuntos de cartas.

O primeiro conjunto consiste em cartas objetivo (apêndice C.1) onde o aluno irá escolher uma dessas cartas. Essa carta consiste em informações da estrutura molecular de um Produto Natural que corresponde ao objetivo do jogo, isto é, ganhará o jogo o aluno que construir a estrutura apresentada nesse cartão ou aquele que construir a maior parte da estrutura dentro do grupo correspondente do jogo, em no máximo 30 rodadas.

A construção da estrutura molecular do Produto Natural deverá ocorrer a partir da captação de átomos e ligações covalentes que correspondem à estrutura escolhida do cartão objetivo, usando o segundo conjunto de cartas (apêndice C.2) para realizar essa dinâmica.

As cartas do Apêndice C.2 são constituídas de estruturas moleculares de Produtos Naturais já conhecidas a partir dos textos integradores de conhecimento. Nelas estão contidas informações que deverão ser escolhidas e confrontadas com as outras cartas daqueles que estão jogando. Aquele que tiver o maior valor ganhará as cartas de seus adversários.

Com as cartas ganhas a cada rodada – não poderá utilizar a carta que ele utilizou para ganhar as outras – o aluno escolherá, a partir de sua necessidade apresentada em seu cartão objetivo, um tipo de átomo com suas quantidades expressas no cartão objetivo (carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio ou enxofre) ou as ligações covalentes (simples ou duplas) por cada rodada ganha.

A cada ganho de átomos ou ligações, bem como a perda de cartas na respectiva rodada, terá que ser anotada em um cartão a resposta que está apresentada no apêndice C.3. Caso as cartas do jogo terminem o aluno estará eliminado do jogo e entregará o seu cartão de respostas com aquilo que ele conseguiu desenvolver.

Nesse cartão resposta, além do preenchimento e da dinâmica apresentada por cada aluno no jogo, deverá ser anotado o nome do aluno, o grupo ao qual pertence, o nome da substância do seu cartão objetivo e a(s) respectiva(s) função(ões) orgânica(s) encontrada(s) em sua carta.

Esse preenchimento realizado de maneira correta proporcionará ao grupo correspondente do aluno uma quantidade de pontos que se encontra descrita na tabela do apêndice C.4.

A partir da pontuação obtida pela correção do professor, que se utilizará da tabela máxima de elementos de cada estrutura molecular disponibilizada no apêndice C.5 para o cálculo dessa pontuação, será estabelecido um ranking dos grupos e fixado na sala de aula. Além disso, será solicitado aos alunos a realização de uma pesquisa sobre os Produtos Naturais do cartão objetivo que ele utilizou no jogo, a qual será entregue em uma data a ser estabelecida com o professor.

O jogo será aplicado após o estudo das funções orgânicas representadas nas cartas e jogado em outras ocasiões mediante a necessidade do professor em retomar os conteúdos a serem lembrados.

3.6. Utilização do recurso do portfólio como ferramenta de análise e investigação do ensino e aprendizagem.

A prática avaliativa não deve ser um julgamento definitivo de situações finalizadas de aprendizagem em sua ação seletiva, excludente e de controle, mas ser uma ferramenta de diagnóstico das falhas de construção de conhecimento, e consequentemente do redirecionamento dos métodos de ensino (CARRIJO e MENDES, 2017).

Segundo (CARRIJO e MENDES, 2017) descreve a avaliação diagnóstica como sendo uma:

“(...) aliada a uma decisão subsequente, tende a amenizar o processo de exclusão, que comumente ocorre no âmbito escolar. À medida que proporciona uma série de informações acerca da capacidade do aluno, leva em conta suas individualidades e fornece ao educador um suporte para uma melhor orientação de sua prática docente” (LUCKSESI, 2013).

A utilização do portfólio¹³ origina-se na busca de um processo de avaliação que contribua para “selecionar e ordenar evidências de aprendizagem do aluno,

¹³ Portfólios são descritos como uma coletânea de evidências que documentam o desenvolvimento, as competências e as habilidades dentro do processo de aprendizagens dos indivíduos, desenvolvendo

possibilitando identificar questões relacionadas ao modo como os estudantes e os educadores refletem sobre os reais objetivos de sua aprendizagem, quais foram cumpridos e quais não foram alcançados” (SELDIN, 1997 apud DAS NEVES, GUERREIRO e DE AZEVEDO, 2016).

Assim, o portfólio atua como orientador de registros dos trabalhos realizados ou da sua realização em processo, caracterizando-se como um eixo integrador de conhecimento pedagógico (VILARINHO, LEITE, *et al.*, 2017).

Para o estudante, o portfólio contribui como uma ferramenta de reconstrução e reelaboração de seu processo de ensino aprendizagem, refletindo o seu processo de construção em relação à sua compreensão da realidade e possibilitando mudanças imediatas ao seu processo (DAS NEVES, GUERREIRO e DE AZEVEDO, 2016).

Segundo (VILLA BOAS, 2001), o uso básico do portfólio é orientado a partir de seis princípios:

- a) Organização e sistematização do material de estudo e das produções do próprio aluno;
- b) reflexão sobre as suas produções;
- c) criatividade e livre expressão discente na organização do material;
- d) autoavaliação do aluno;
- e) parceria entre professor-aluno e entre alunos;
- f) autonomia do aluno (criatividade e livre expressão) perante o trabalho;
- g) Parceria entre aluno e professor na atualização dos trabalhos

Outro processo importante na utilização do portfólio corresponde ao desenvolvimento por parte do estudante de sua metacognição, isto é, uma autoavaliação, “entendido como um processo mental interno através do qual o próprio aluno toma consciência dos diferentes momentos e aspectos de sua atividade cognitiva e ainda desperta um olhar crítico sobre o que se faz, enquanto se faz”. A metacognição é o conhecimento que o estudante possui sobre o seu próprio conhecimento (DO NASCIMENTO e RÔÇAS, 2015).

Nesse sentido, evidencia-se ao aluno de expressar a sua compreensão a respeito do assunto, das competências e das habilidades, permitindo ao professor

um processo de autorreflexão do aluno, conduzindo a uma autoavaliação, facultando a oportunidade para sedimentar, ampliar suas aprendizagens e melhorar sua capacidade de solucionar problemas (ALVARENGA e ARAUJO, 2006).

outras alternativas que possam favorecer as aprendizagens pretendidas (ALVARENGA e ARAUJO, 2006).

Portanto, o portfólio é um instrumento que “potencializa a reflexão das práticas, assegurando a construção do conhecimento, do desenvolvimento pessoal e profissional dos envolvidos (docentes e discentes), sendo um instrumento que auxilia no crescimento do aluno, já que o objetivo da construção do portfólio é que se leia mais e se reflita sobre o que leu, bem como se posicione a partir de sua reflexão e amplie a busca de respostas” (FERREIRA; BUENO, 2005, apud DAS NEVES, GUERREIRO e DE AZEVEDO, 2016).

Nesse sentido, essa ferramenta proporciona uma visão de análise e identificação das necessidades, das dificuldades e concepções que tangem esse trabalho, delimitando o seu nível de atuação em um processo significativo de ensino e aprendizagem historicamente construídos dentro do ensino de Química Orgânica e, respectivamente, das funções orgânicas.

As produções dos mapas conceituais e do procedimento lúdico serão os documentos arquivados nesses portfólios para a análise do desenvolvimento do eixo integrador de conhecimento.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em decorrência da pandemia do SARS COVID-19, a aplicação dos produtos discutidos neste projeto ficou inviabilizada e, por isso, será pontuado os potenciais desses produtos e suas possibilidades de desenvolvimento do ensino e aprendizagem das funções orgânicas.

A construção dos textos integradores de conhecimento foi direcionada na centralidade dos conteúdos dos processos de ensino e aprendizagem, valorizando as questões relacionadas à molecularidade na compreensão das funções orgânicas e, posteriormente, em suas características físicas/químicas, apresentadas em cada uma de suas moléculas, agregado a temas universais relevantes em uma abordagem CTS.

Nessa perspectiva, o processo de contextualização a partir da elaboração dos textos integradores de conhecimento corroborarão na tentativa de uma abordagem de situações, no sentido de descrever, nominalmente, o fenômeno com a linguagem científica explorando as dimensões sociais nas quais esses fenômenos estão inseridos (DOS SANTOS, 2007).

Assim, os textos têm a orientação de constituir sua organização em uma conexão lógica ou conceitual de outros elementos que visam utilizar os conhecimentos prévios dos alunos e dos grupos a fim de que esses conhecimentos possam ser modificados a posteriori, mediante o processo de contextualização de assuntos ou tópicos sociais e culturais universais, possibilitando um envolvimento pessoal bem como um possível maior comprometimento do aprendiz através da motivação a ser gerada.

Além disso, os textos têm como objetivos levar o aluno a buscar em seus próprios conhecimentos, a partir de assuntos gerais de características universais e históricos como, por exemplo, as plantas e os produtos extraídos delas são utilizados na sociedade e seus impactos, ou seja, relacionando esse particular (conhecimento próprio) com o específico (conhecimento científico), orientando o aluno da conscientização de um universo de conhecimento cultural em que, talvez, nunca pensou que pertencesse a ele.

Assim, o processo de contextualização propicia o panorama a partir da relevância social, histórico e cultural que, articulado com a proposta pedagógica na temática dos Produtos Naturais, configurem uma função na interação com os alunos (seus saberes e concepções) e, juntamente com o conhecimento de seus pares,

torna-se uma ferramenta ou um canal capaz de ativar os processos de construção e negociação de significados.

O desenvolvimento dos textos a partir de um princípio de ‘disciplina cultura’ visa apresentar não somente os aspectos das dimensões específicas dos conteúdos, mas também estabelecer diversas inter-relações, isto é, colocar a ciência na cultura. Segundo (RIBEIRO, 2019):

“Há uma necessidade de restituir à ciência a sua dimensão histórica e a sua densidade discursiva, conferir visibilidade ao papel central da linguagem na própria constituição da ciência, dos seus objetos e das suas representações, identificar as condições e circunstâncias históricas que geram e delimitam a sua eficácia, revelar a trama das relações entre conhecimento científico e outras formas de conhecimento, incluindo os conhecimentos marginalizados, apropriados de modo descaracterizados ou simplesmente eliminados ao longo da história da ciência moderna, cartografar as continuidades e as discontinuidades entre saberes e competências que a modernidade arrumou dos dois lados das grandes divisões entre ciência e humanidade, ciência e senso comum, conhecimento e crenças”.

“A ciência como cultura valoriza a dimensão formativa e cultural da educação científica erguendo uma ponte, em termos culturais, da comunidade científica para o cidadão comum – uma ponte ajustada ao exercício da cidadania que interligue cultura científica, cultura do fazer, cultura humanística e cultura de massa. Esta ponte requer uma reflexão sobre de que é que falamos quando falamos de cidadania, uma vez que toda e qualquer cidadania é um conceito em construção historicamente situado” (DOS SANTOS, 2009).

“A ciência como cultura é uma ciência em contexto; tem em conta os contextos sociais e tecnológicos em que opera e requer uma educação científica atenta a uma cognição situada – compreensão da ciência através de contextos específicos, de situações do dia-a-dia com dimensão científica que estruturam conhecimentos científicos e atividades” (DOS SANTOS, 2009).

A primeira ação dos textos orientadores de conhecimento dentro do processo de ensino-aprendizagem é a fomentação da leitura que não se encontra presente nas aulas de Química e em grande parte das disciplinas em Ciências da Natureza. Os pesquisadores (GUAITA e GONÇALVES, 2015) retratam esse aspecto apontando que:

“(…) à leitura de estudantes de ensino médio, tais como a pouca valorização das atividades de leitura, a desmotivação frente ao ato de ler e a escassa compreensão de textos diversos, sobretudo científicos”.

Os textos visam conjecturar aspectos de uma leitura de caráter universal no qual as informações e os conhecimentos já existentes dos alunos possam expandir a uma leitura de mundo da própria individualidade do aluno pela troca de informações/conhecimento com seus componentes do grupo, assim como com os outros grupos mediado pelo professor, agregando a leitura científica e, conseqüentemente, a leitura da Química. Como apresentado por (GUAITA e GONÇALVES, 2015) a leitura do mundo possibilita, ao aluno, a valorização e o reconhecimento da construção do seu conhecimento pela dialogicidade dentro de um contexto histórico-social, além de contribuir para a caracterização do ensino do conhecimento químico e da importância desse conhecimento na sociedade.

Dentro do processo de construção dos textos, a construção desses a partir dos elementos históricos norteados pelos Produtos Naturais constitui um elemento de apresentar a história do progresso do conhecimento fortalecendo o pensamento científico na conscientização, conhecimento e interpretação dos produtos químicos e como eles impactam em nossas vidas (DOS SANTOS e SCHNETZLER, 2010, p. 103).

A partir dessa ideia, (MARTINS, 2007) observa que:

“O gênero humano apresenta-se, portanto, como produto das objetivações e apropriações que se acumulam historicamente pela atividade social. A formação do homem integra o processo histórico de objetivação do gênero humano”.

Nessa proposição, a utilização histórica contextualizada denota-se como um panorama do potencial didático em possibilitar uma aprendizagem dentro de uma compreensão sistemática e relevante do conteúdo das funções orgânicas na percepção de:

- focar o paralelismo entre as ideias/preconcepções dos estudantes e as concepções vigentes sobre os Produtos Naturais retirar as informações sobre as resistências e obstáculos ao longo da aprendizagem dos conteúdos com suas respectivas dificuldades;
- se a utilização do processo histórico contextualizado apresenta a capacidade de dinamizar os processos de construção e negociação de significados para a facilitação da aprendizagem do conteúdo;
- extrair dessa contextualização histórica situações importantes em que a aprendizagem do conteúdo permita, ao aluno, a construção desses

conhecimentos demonstrando a importância da Química como patrimônio da humanidade em sua construção social.

Caracterizando o conhecimento científico como um processo histórico, social e cultural em Produtos Naturais também propõem relativizar as atitudes com respeito à química com outras formas de conhecimento não menos relevantes social e intelectualmente, como a religião, arte, entre outros, possibilitando outras abordagens que possam auxiliar na melhor compreensão da importância de se aprender Química como processo e produto social visualizando as suas limitações, potencialidades como abordado por (MARTINS, 2006):

“O estudo adequado de alguns episódios históricos permite perceber o processo social (coletivo) e gradativo de construção do conhecimento, permitindo formar uma visão mais concreta e correta da real natureza da ciência, seus procedimentos e suas limitações – o que contribui para a formação de um espírito crítico e desmitificação do conhecimento científico, sem, no entanto, negar seu valor”.

“Com a contextualização de conceitos químicos, tem-se um ganho de qualidade na formação para a cidadania, com profissionais envolvidos nas questões sociais, desenvolvimento da argumentação e do pensamento reflexivo” (FELÍCIO e SOARES, 2018).

Dentro dessa perspectiva, a abordagem CTS no processo de contextualização a partir dos textos integradores de conhecimento, apoia-se na apropriação da descoberta científica decorrente da produção do conhecimento científico na compreensão e interpretação da constituição das substâncias químicas mediante aos conteúdos anteriormente trabalhados como as ligações químicas, geometria molecular, polaridade das ligações e as forças intermoleculares.

Nesse sentido, o direcionamento da produção do conhecimento científico proporrá os estímulos e avanços tecnológicos e como esses desenvolvimentos influenciam a maneira das pessoas pensarem sobre si próprias, sobre os problemas e soluções pertinentes na sociedade uma vez que esta sociedade instiga a direção do desenvolvimento científico (DOS SANTOS e MORTIMER, 2002).

Espera-se que com a abordagem CTS nos textos orientadores de conhecimento com o eixo nos produtos naturais ao longo da história da humanidade se possibilite a reconstrução em nível individual sobre os produtos e processos

culturais com o fim de se apropriar deles, bem como os conteúdos curriculares a serem trabalhados com eles como proposto por (KRASILCHIK, 2000):

“A admissão das conexões entre a ciência e a sociedade implica que o ensino não se limite aos aspectos internos à investigação científica, mas à correlação destes com aspectos políticos, econômicos e culturais. Os alunos passam a estudar conteúdos científicos relevantes para sua vida, no sentido de identificar os problemas e buscar soluções para os mesmos”.

Portanto, esse dispositivo textual poderá propor “uma acumulação de conflitos que provoque mudanças cada vez mais radicais na estrutura de conhecimento dos alunos” (POZO e CRESPO, 2009, p. 265).

Dentro do campo visual do PCK, os textos integradores do conhecimento constituem um amálgama na valorização do conhecimento do conteúdo pedagogizando o conteúdo específico, ou seja, transformando os conteúdos em objetos de ensino como descrito por (FERNANDEZ, 2011):

“[...] que vai além do conhecimento da matéria em si e chega na dimensão do conhecimento da matéria para o ensino. Eu [Shulman] ainda falo de conteúdo aqui, mas de uma forma particular de conhecimento de conteúdo que engloba os aspectos do conteúdo mais próximos de seu processo de ensino.[...] dentro da categoria de conhecimento pedagógico do conteúdo eu [Shulman] incluo, para os tópicos mais regularmente ensinados numa determinada área do conhecimento, as formas mais úteis de representação dessas ideias, as analogias mais poderosas, ilustrações, exemplos e demonstrações – numa palavra, os modos de representar e formular o tópico que o faz compreensível aos demais. Uma vez que não há simples formas poderosas de representação, o professor precisa ter às mãos um verdadeiro arsenal de formas alternativas de representação, algumas das quais derivam da pesquisa enquanto outras têm sua origem no saber da prática” (SHULMAN, 1986).

A sugestão do eixo integrador de conhecimento predispõe em averiguar o desenvolvimento do progresso de ensino-aprendizagem consubstanciado na motivação do aluno na mudança de sua percepção e importância de se aproximar dos problemas condizentes com a natureza ciência – relação dos níveis da natureza da ciência, seus significados e sua incidência na configuração social, no caso da Química, como construção social do conhecimento – motivação pelo resultado da interação social na sala de aula – e, conseqüentemente, em sua direta aprendizagem, no nosso caso, em aprender Química e especificamente as funções orgânicas.

Nesse sentido, estabelece uma compreensão dialética do conhecimento, ou seja, a interação aluno e conhecimento direciona-se ao resultado de uma atuação constante entre os conhecimentos e experiências relevantes já estabelecidos (senso comum) e aqueles a serem desenvolvidos na educação escolar (ciência) em uma

dinâmica em que os alunos que possam procurá-los em compreendê-los. Essa dualidade aponta uma complementariedade entre o senso comum e a ciência em que o aluno é capaz de assimilar o conhecimento realizado em si mesmo e cuja projeção objetiva a uma construção de um real saber em seu determinado tempo.

Dentro desse contexto, o paradigma senso comum *versus* ciência será a pedra angular da visualização do potencial desse produto. Segundo (SANTOS, 1989) esses termos se apresentam como:

“O senso comum é um ‘conhecimento’ evidente que pensa o que existe tal como existe e cuja função é a de reconciliar a todo o custo a consciência¹⁴ comum consigo mesma. É, pois, um pensamento necessariamente conservador e fixista. A ciência, para se constituir, tem de romper com essas evidências e com o ‘código de leitura’ do real que elas constituem; tem, nas palavras de Seda Nunes, de inventar um novo ‘código’ – o que significa que, recusando e contestando o mundo dos ‘objetos do senso comum’ (ou ideologia), tem de constituir um novo ‘universo conceptual’, ou seja, todo um corpo de novos ‘objetos’ e novas relações entre ‘objetos’, todo um sistema de novos conceitos e de relações entre conceitos” (p. 32).

O senso comum é abordado como um elemento de uma subcultura onde grupos ou classes são subordinados a critérios de uma cultura, exclusivamente, enciclopédica. A função principal do senso comum é reconciliar a consciência social com o que existe, isto é, ele é prático, pragmático e está inserido nas trajetórias e experiências de um grupo social e nessa correspondência origina confiança e segurança (SANTOS, 1989, p. 36 – 40).

Assim, na asserção no ensino de ciências o senso comum atua como descrito por (POZO e CRESPO, 2009, p. 109) como o:

“(...) funcionamento do sistema cognitivo humano como produto biológico e cultural aplicado a prever e controlar os fenômenos científicos, mudar essas concepções alternativas requer mais do que substituir as ideias dos alunos por outras mais cientificamente aceitáveis”.

“Em contrapartida o conhecimento científico se faz sempre contra a primeira abordagem do real ao nível da sensibilidade, contra a opinião (senso comum, *doxa*)” (CESAR, 1989).

“A racionalidade do conhecimento científico não é um refinamento da racionalidade do senso comum, mas, ao contrário, rompe com seus princípios, exige uma nova razão que se constrói à medida em que são suplantados os obstáculos

¹⁴ Consciência: em seu sentido profundo, é despertar para o equacionamento das próprias incógnitas, como o consequente compreender das responsabilidades que a si mesmo dizem respeito (FRANCO e DE ÂNGELIS, 2017).

epistemológicos. Essa ruptura impede o infinito encadeamento de ideias como elos de uma corrente produzidos à semelhança dos anteriores, visando o encaixe perfeito” (LOPES, 1993).

Dentro dessa dicotomia, a construção pedagógica dentro dos processos de ensino-aprendizagem em ciências e, no caso específico da Química, a preponderância do conhecimento científico resulta somente em seus domínios instrumentais teóricos e não caracterizando a compreensão da ciência como uma linguagem construída ao longo da história da humanidade para explicar o nosso mundo natural.

Com isso, a busca de um estado de consciência do porquê aprender Química se constrói, historicamente, nos conhecimentos acerca do mundo em que vivemos e o universo que nos cerca, não são conhecimentos estáticos constituídos única e exclusivamente da verdade absoluta mas de patamares provisórios que estimulam o pensamento a passar a ler a realidade e o mundo de outra maneira (OLIVEIRA, 2015).

Não obstante, a compreensão do processo de ensino-aprendizagem parte-se da relação dialética entre para que aprender química e o porquê de aprender química e deve-se orientar na elaboração da pedra angular que poderá nortear o processo de ensino-aprendizagem, idealizando, a cada conteúdo a ser trabalhado, a necessidade de uma força prática que possa dialogar e suplantear dificuldades, crenças e desinteresse proporcionados ao aprendizado dos seus conteúdos.

Portanto, o aprendizado de química junto com o seu processo de ensino deverá “(...) dar sentido ao mundo que nos rodeia e entender o sentido do conhecimento científico e sua evolução do conhecimento cotidiano para o conhecimento científico” (POZO e CRESPO, 2009, p. 118).

Nesse caso, a função do eixo integrador de conhecimento poderá promover em todos os seus atributos e possibilidades, constituir, como meta primordial, a realização do desenvolvimento de todo o conhecimento historicamente construído objetivando a desenvoltura de todo potencial humano, emocional, ético e intelectual, estabelecendo como dínamo desse desenvolvimento a compreensão do aprendizado dos conteúdos curriculares.

Para isso, o eixo integrador do conhecimento terá que propor a dialética entre o senso comum e o conhecimento científico direcionando ao aluno o seu processo de

individualização¹⁵ e promovendo ao mesmo uma releitura dos seus conhecimentos, sua leitura de mundo a partir da interação com os componentes do seu grupo, com outros grupos e com o professor, dentro da dinâmica da leitura dos textos, promovendo o reencontro entre o senso comum e a ciência como apresentado na figura a seguir.

FIGURA 10: ESTRUTURA DE AÇÃO DO EIXO INTEGRADOR DO CONHECIMENTO.

FONTE: O AUTOR (2020)

Esse processo da dinâmica da leitura dos textos poderá propor o auxílio ao aluno em discernir e refletir sobre os valores que são significativos e são assumidos por ele mediante as novas experiências propostas na elaboração do seu quadro de valores novos ou não já que, segundo (BACCELLI e JOSÉ, 2011), “o homem é o melhor instrumento de aperfeiçoamento do próprio homem objetivando a convivência de progresso através da indispensável permuta de experiências”.

Para que esse procedimento possa ocorrer, o processo dialético permeará no aluno a refletir sobre o seu conhecimento já estabelecido em contrapartida que está sendo apresentado como novo a ele. Esse movimento será caracterizado por dois tipos de tarefas dentro do processo de individualização:

- Dialética interna ou ressignificação ativa (FRANCO e DE ÂNGELIS, 2017, p. 38): o aluno a partir dos seus próprios conceitos, inicia os seus

¹⁵ Individualização: desenvolvimento em plenitude onde o indivíduo reestruturará de forma adquirindo conhecimento, valores e percepções que favoreçam o intercâmbio e a realização plena da essência que o governa, isto é, o impulso natural que possibilita a busca pelo conhecimento integral (autonomia) para o seu próprio desenvolvimento (FRANCO e DE ÂNGELIS, 2017, p. 235 – 239).

questionamentos, incertezas e conflitos¹⁶ sobre aquilo que está sendo apresentado e esforça-se por transformar-se, revendo a própria biografia, reelaborando os conflitos e ressignificando-os;

- Dialética externa: identificar novos recursos ao alcance na necessidade de reformar, reformular a experiência original (conhecimento anterior) e através dessas novas ideias reinantes observar que o progresso do pensamento científico, mediante o processo social, histórico e cultural, revelou-se um outro eixo de leitura do mundo, reorganizando-o, identificando novos recursos e descobrir novos valores expressivos que possibilitam a melhor compreensão dessa nova perspectiva.

Após esse processo espera-se que o aluno desperte suas potencialidades (individualização), ou seja, na ampliação da consciência de responsabilidade com o outro e com o mundo, na certeza de que no encontro da singularidade do aprimoramento e aprofundamento de seu conhecimento propiciando a ele “condições para o desenvolvimento da capacidade de participação, que lhe confere o caráter de cidadão” (DOS SANTOS e SCHNETZLER, 2010, p. 102).

Nessa caracterização, o conhecimento químico será trabalhado e relacionado na importância de aprender os seus conteúdos e no processo do domínio dos seus significados dentro de uma concepção que explicita a sua importância social, histórica e cultural dentro do processo de sua respectiva contextualização em um processo de inter-relação.

Espera-se que a mudança possivelmente promovida na forma dos alunos interpretarem os modelos científicos e seus conteúdos possam auxiliar a ocorrer menos erros conceituais, ou seja, assimilando esses conteúdos às suas próprias concepções alternativas.

Dentro de um processo de sinergia com os textos e os conteúdos curriculares, os mapas conceituais poderão possibilitar a observação de uma “interação dialógica profícua, tornando evidente o quanto os alunos estavam (re)significando conhecimentos, atribuindo significado à atividade proposta, realizando a construção de hipóteses e estabelecendo relações entre conceitos” (CARRABETA JÚNIOR, 2013).

¹⁶ “O conflito de qualquer natureza é sempre resultado de uma crise emocional que se instala, a fim de que ocorra a mudança de patamar comportamental para outro nível mais elevado” (FRANCO e DE ÁNGELIS, 2017, p. 35).

Assim, os textos integradores do conhecimento proporcionarão a perspectiva ao professor no desenvolvimento de uma percepção de proficiência do aluno na decodificação e compreensão da aprendizagem do conteúdo bem como avaliar de maneira formativa a fluência do conhecimento anterior ao tema e como esse poderá colaborar os novos conhecimentos (gerais e específicos) para a aprendizagem do aluno.

Nos mapas conceituais poderemos observar o processo de individualização do aluno, não somente na sua produção no determinado instante, já que sua produção será armazenada no portfólio, mas sim ao longo do processo, observando possíveis mudanças de metacognição a partir do seu novo desenvolvimento da forma de pensar os conceitos e significados abstratos, isto é, conseguir que os alunos assumam como próprios os significados científicos no decorrer do processo de contextualização do ensino-aprendizagem elaborada socialmente.

Além disso, esse recurso proporciona a maneira como o conteúdo lecionado está organizado na estrutura cognitiva do aluno naquele momento, possibilitando ao professor a mediação a partir da “promoção de experiências educativas que provoquem reflexão e busca de compreensão relativamente aos conceitos ainda em construção, até porque o erro passa a configurar-se indicador diagnóstico a ser interpretado para orientar ações destinadas à promoção de superações e avanços” (DE SOUZA e BORUCHOVITCH, 2010), a emancipação¹⁷ do aluno em sua forma de construir e pensar o seu conhecimento, permitindo ao professor possa dar atenção às áreas em que o estudante apresente defasagens, propondo outras alternativas que favoreçam as aprendizagens pretendidas, observar e conhecer o seu desenvolvimento emocional e procedimental, inter-relacionado com os textos, e estabelecer novas reflexões da utilização dessa ferramenta, pois o conteúdo a ser ensinado está sempre em reestruturação com o *feedback* dos alunos.

Dessa forma, estão apresentados como possibilidades de construção de mapas conceituais dentro da dinâmica proposta produzido pelo programa CmapTools encontram-se no apêndice D.

O mapa conceitual (a) corresponde a centralização da organização das informações do conteúdo teórico – função orgânica álcool – extraído pela base do texto “A poesia da fermentação e a produção de bebidas alcoólicas” onde os aspectos

¹⁷ Para (ADORNO, 1995), a emancipação significa o mesmo que conscientização (promoção de espontaneidade), racionalidade; que realiza uma espécie de superação da alienação.

contextuais da história e do CTS serão explorados em contextualizar as substâncias utilizadas.

Entretanto, no mapa conceitual (b) a construção ocorrerá a partir dos processos contextuais da história e CTS do texto “Química e Religião” direcionando ao estudo das funções orgânicas aminas e amidas no reconhecimento dessas funções bem como das respectivas estruturas.

Na visão do PCK, o mapa conceitual deverá fornecer as ferramentas de sua efetivação no processo de ensino-aprendizagem objetivando a aprendizagem do conteúdo a ser desenvolvido em sua sinergia com elementos de outras categorias de conhecimento, envolvendo a transformação do conteúdo com a inter-relação desses novos conhecimentos agregados àqueles já adquiridos pelos alunos.

Nesse sentido, a visualização do processo de avaliação formativa no mapa conceitual tem em vista a percepção da efetivação da aprendizagem no processo de domínio do campo conceitual do conteúdo expressadas pelos significados apresentados e em processo de assimilação pelo aluno, ou seja, se compreenderem ou não o assunto específico e conhecer como as transformações de conhecimento são realizadas dentro do processo de contextualização é relevante e adequado na interação da aprendizagem do conceito que está sendo desenvolvido.

Dentro da análise do eixo integrador de conhecimento, o mapa conceitual irá mapear como os conteúdos que estão sendo aprendidos (do geral para o específico e adquirir habilidades de também observar do particular para o geral) e relacionados ao processo de contextualização e em que medida essa contextualização está sendo positiva para o aluno na produção do seu conhecimento por suas próprias compreensões e palavras.

Não distante, deve-se observar como o mapa conceitual está integrando o novo conteúdo aprendido com os conhecimentos já existentes, além de visualizar a sua criatividade, o seu pensamento reflexivo, isto é, verificar a utilização dos recursos pessoais dos alunos favoráveis à sua compreensão e reflexão em seus percursos de aprendizagem.

Outro aspecto importante dentro do campo visual da produção do mapa conceitual a ser observado constitui-se na visualização do paralelismo do significado científico em relação ao significado do senso comum e da apropriação do conhecimento científico de maneira progressiva no intercâmbio da compatibilidade

básica entre estes sistemas de conhecimentos para que o aluno possa assumir os seus próprios significados científicos.

Então, espera-se na produção dos mapas conceituais que o ensino dos conceitos possa ser realizado de modo a evitar a aquisição de significados de forma errada do ponto de vista científico e assim facilitar a mudança conceitual ou suas reestruturações, porém, não erradicando as concepções alternativas dos alunos, mas sim tratando de separar ambas as formas de conhecimento, senso comum e conhecimento científico, e utilizando-as em contextos diferentes.

Concomitantemente, o processo de sociabilização de troca de significados entre os componentes do grupo, ou de outros grupos, poderão possibilitar a reflexão mais profunda, promovendo novas compreensões que serão possivelmente visualizadas nas modificações dos mapas conceituais anteriormente realizados.

Assim, o professor poderá analisar o portfólio para consolidar parâmetros naquilo em que o aluno está aprendendo com os conteúdos, verificar como suas ações pedagógicas estão atingindo esse aluno e quais serão as modificações, acertos e reformulações a serem desenvolvidas a fim de que possam ser utilizadas nos próximos procedimentos de ensino-aprendizagem das funções orgânicas.

No transcorrer das análises dos portfólios e dos mapas conceituais produzidos deverá se analisar uma mudança favorável na atitude em se aprender Química, observando se o aluno está mobilizado ou impulsionado por uma motivação intrínseca (autonomia), ou se o seu desejo é, ainda, uma motivação extrínseca pela busca de recompensas (heteronomia).

Na sequência da utilização dos produtos pedagógicos, o procedimento experimental é pouco explorado, no Ensino Médio, em Química Orgânica, pois os reagentes necessários são perigosos e as unidades escolares não apresentam condições mínimas de espaço (laboratórios) e segurança para a realização de tais procedimentos.

Dentro do contexto do eixo integrador de conhecimento, o procedimento experimental adotado visa relacionar o estudo das funções orgânicas pelo mesmo princípio de contextualização, abrangendo a orientação CTS focando a estrutura química das substâncias utilizadas com suas funções orgânicas, articulado com os aspectos dos conceitos ácidos-básicos em substâncias orgânicas relacionado o conceito de pH, na pretensão de tornar o ensino de química não fragmentado em sua constituição como ciência.

A utilização do procedimento experimental, com o uso de instrumentação (vidrarias) adequadas, desperta a sensação de realizar um procedimento científico próximo daqueles que são realizados em laboratórios de pesquisas, além de contribuir para a valorização do realizar um experimento, bem como contribuir para a utilização de tecnologias de significado histórico no desenvolvimento da Química como ciência e suas especificidades.

Com relação a contextualização no procedimento experimental, poderá propiciar a “(...) necessidade de relacionar os produtos químicos com os seus usos e propriedades” (GALIAZZI e GONÇALVES, 2004), instigando os alunos a lerem rótulos de embalagens para verificar as substâncias presentes e estabelecer a capacidade de escolha desse ou daquele produto.

Na perspectiva do eixo integrador de conhecimento, o experimento contextualizado poderá promover o conhecimento químico como um dos “(...) meios de interpretar o mundo e intervir na realidade, (...) com seus conceitos, métodos e linguagens próprios, e como construção histórica, relacionada ao desenvolvimento tecnológico e aos muitos aspectos da vida em sociedade” (BRASIL, 2002)

Dessa mesma maneira, o experimento contextualizado poderá promover dentro da perspectiva do PCK que a ciência “(...) não é um conjunto ou sistema de teorias para interpretar o mundo, mas sim um método, uma forma de se aproximar do mundo e indagar sobre ele, de modo que, do ponto de vista dos conteúdos do currículo, assume-se que a ciência é, antes de mais nada, um processo” (WELLINGTON (1989), apud; POZO e CRESPO, 2009, p. 253).

Dentro dessa perspectiva, espera-se que os alunos possam compreender e usar adequadamente os conteúdos aprendidos pela observação dos fenômenos e tentar relacioná-los com os conceitos já estabelecidos, utilizando de forma consciente e coerente com seu significado no contexto apresentado e que o seu conhecimento seja enriquecido após a atividade experimental.

A determinação do pH do produto final poderá promover a capacidade de reflexão inerente ao comportamento social, isto é, “(...) desenvolver nos alunos uma maior conscientização, conhecimento e interpretação acerca dos produtos químicos e como eles interagem nas nossas vidas” (DOS SANTOS e SCHNETZLER, 2010, p. 78).

Ao final do trabalho prático e da redação do relatório, serão discutidos entre os grupos e o professor a análise e a interpretação dos dados obtidos. Nessa situação,

o professor poderá observar os aspectos positivos e negativos da atividade e repensar sobre o procedimento e novos objetivos, além das perspectivas dessa ação com seus alunos.

Além disso, o conhecimento das substâncias químicas presentes nesse experimento deverá propiciar ao aluno o conhecimento fundamentado para a sua participação na sociedade, como demonstrado por (DOS SANTOS e SCHNETZIER, 1996):

“(...) o ensino de química para formar o cidadão compreende a abordagem de informações químicas fundamentais que permitam ao aluno participar ativamente na sociedade, tomando decisões com consciência de suas consequências. Isso implica que o conhecimento químico aparece não como um fim em si mesmo, mas com objetivo maior de desenvolver as habilidades básicas que caracterizam o cidadão: participação e julgamento”.

Por fim, a atividade lúdica poderá propor uma ferramenta didática capaz de criar “subsídios para um ensino/aprendizagem mais prazeroso e ‘produtivo’, mesmo que indiretamente” (FELÍCIO e SOARES, 2018).

A função das contextualizações promovidas nos textos presentes nas cartas do jogo pode auxiliar na melhor compreensão da molecularidade das estruturas orgânicas, a partir da elaboração das estruturas dos cartões objetivos e dos conceitos de reconhecimento das funções orgânicas, contidas nesses mesmos cartões e nas cartas do jogo, já que grande parte dessas moléculas já foram anteriormente trabalhadas.

Na compreensão das regras do jogo, espera-se que o aluno possa conectar as informações, seja com o cartão objetivo e as cartas do jogo, estimulando nos alunos uma melhor compreensão das estruturas orgânicas e das funções orgânicas, promovendo o “desenvolvimento social dos indivíduos, novas formas de pensamento, raciocínio lógico e criatividade” (CARDOSO, BERNADES, *et al.*, 2020).

A partir do campo visual do PCK, o procedimento lúdico poderá propiciar um ambiente de aprendizagem, onde os alunos possam através do jogo amadurecer os conhecimentos adquiridos.

A orientação proposta pelo eixo integrador de conhecimento nesse produto direciona-se para o objetivo de propiciar o melhor desenvolvimento da aprendizagem das substâncias orgânicas, com suas respectivas funções, ou complementar o seu

desenvolvimento nesse determinado assunto equilibrando a função educacional¹⁸ e lúdica.¹⁹

A dinâmica do jogo requer que os conteúdos desenvolvidos ao longo do processo do estudo das funções orgânicas estejam, ao menos, em desenvolvimento. A partir disso, a troca de aprendizagem dos alunos do próprio grupo possibilitará o auxílio na aprendizagem dos alunos que apresentam dificuldades de compreensão dos conteúdos a aprenderem mediante as circunstâncias que o próprio jogo poderá apresentar – construção das moléculas dos cartões objetivos (ligações covalentes), construção das estruturas na forma de bastão e bola, a visualização das funções orgânicas – já que esse é o procedimento básico de início de contagem dos pontos para o grupo e outros pontos que possam ser conquistados durante o jogo.

“A aprendizagem vai ser influenciada devido à relação emocional e pessoal que o estudante estabelece quando está jogando, tornando-se sujeito ativo do processo de ensino e aprendizagem no qual se insere diretamente, ou seja, ele vai aprender enquanto brinca” (DE SANTANA e REZENDE, 2008).

Contudo, dentro da óptica do PCK, o processo lúdico poderá proporcionar a visualização dos erros cometidos pelos alunos como forma diagnóstica, pois permitirá uma maior mediação do professor durante o jogo na medida que situações de dificuldade forem apresentadas, durante a construção das estruturas e a identificação das funções orgânicas que deverão ser realizadas no cartão resposta.

O jogo tratará a questão do erro não de maneira abominável e punitiva, mas sim um processo de (re)elaboração na busca do conteúdo a ser aprendido, para participar de forma substancial em seu grupo no processo de competição com os outros grupos.

Errar é constituinte da natureza humana, pois pensar que a certeza existe é caracterizar que há uma verdade absoluta e, nesse caso, que o conhecimento científico será permanente, fato esse que a escola produz e reproduz promovendo o processo de ensino-aprendizagem com teorias de caráter absoluto.

O erro deve ser trabalho como processo de evolução, como tratado por (TEIXEIRA, XAVIER e DAMASIO, 2017):

¹⁸ A função educativa é aquela que permite que o sujeito aprenda algo durante o ato de jogar (MESSEDER NETO e DE MORADILLO, 2015).

¹⁹ A função lúdica é aquela, presente no jogo, que propicia diversão e prazer (MESSEDER NETO e DE MORADILLO, 2015).

“A abordagem da natureza da ciência está de acordo com o princípio da aprendizagem pelo erro, da desaprendizagem e da incerteza do conhecimento, uma vez que a ciência é apresentada como uma forma de conhecimento humano, falível e questionável, sujeita a erros. Assim, a aprendizagem é encarada da mesma forma, pois todos estão sujeitos a errar e isso não é visto como algo ruim que deve ser punido, mas como algo necessário para que o conhecimento humano possa evoluir”.

Além do mais, o professor como mediador do processo poderá se aproximar mais desses alunos que apresentam maiores dificuldades durante o jogo e produzir pistas capaz de diagnosticar e revelar o que o aluno aprendeu, quais as direções foram exploradas para a construção de seu conhecimento e, por fim, quais são as oportunidades potenciais de avanço ou as necessidades das dificuldades da aprendizagem do conteúdo específico (CAVALCANTI, CARDOSO, *et al.*, 2012).

“O professor deve conhecer o conceito de regra e sua importância ligada ao conceito de jogo, para que possa mediá-la e orientar o processo de ensino aprendizagem, aliando-a aos seus objetivos de ensino, sempre em consenso com os estudantes” (FELÍCIO e SOARES, 2018).

Assim, espera-se que essa ferramenta possa “ajudar o aluno na apropriação do conhecimento científico, pois só assim ele estará contribuindo para o desenvolvimento psíquico e exigindo do aluno mais do que ele pode no momento, avançando sempre para a atividade de estudo” (MESSEDER NETO e DE MORADILLO, 2015).

Esta atividade será aplicada de tempos em tempos na sala de aula como procedimento de recuperação dos conteúdos que são exigidos pelo jogo.

Por conseguinte, os recursos apresentados a partir do PCK se constitui mediante o modelo transformativo associado ao eixo integrador de conhecimento, e nas transformações distintas entre a reflexão epistemológica (aquela que promoverá de forma lógica os conceitos químicos e do currículo), a reflexão psicológica (aquela que propiciará da apropriação dos saberes em geral no processo de contextualização de características históricas) e a reflexão pedagógica (aquela que conecta a relação da ciência a uma intenção educativa contextualizando as ferramentas propostas em função das condições de práticas didáticas).

FIGURA 11: MODELO DA CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO PEDAGÓGICO DO CONTEÚDO NO MODELO TRANSFORMATIVO.

FONTE: O AUTOR (2020)

No aspecto do conteúdo/currículo, reporta-se na aprendizagem do conhecimento químico específico que se pautará no processo de ensino-aprendizagem a partir do processo de contextualização, que é significativo e importante na formação do aluno em suas características gerais e específicas, permitindo “enfrentar as mudanças culturais que estão ocorrendo não só na vida social, mas, sobretudo, nos perfis profissionais e laborais e na própria organização e distribuição social do conhecimento” (POZO e CRESPO, 2009, p. 27).

No processo de contextualização, a significação do conhecimento historicamente construído pela humanidade, paralelamente à interpretação dos fatos pelo conhecimento químico, conduz a reflexão do aluno sobre os seus conhecimentos prévios (senso comum) na direção da elaboração de uma atitude científica (conhecimento científico) que possibilite a aprendizagem dos conteúdos do conhecimento químico e na reconstrução do seu conhecimento (individualização) e valores, a fim de estabelecer uma formação cidadã a partir da compreensão da importância da Química.

Já o processo pedagógico, partindo do conteúdo a ser desenvolvido pelo professor e aprendido pelos alunos na elaboração de estratégias que utilizem as representações do conteúdo específico, abordando as conquistas realizadas das aprendizagens dos alunos, bem como o entendimento de suas dificuldades das concepções dos conteúdos, direcionando nas reestruturações das ações didáticas em relação aos conteúdos a serem aprendidos.

5 CONCLUSÃO

O meu intento não é ensinar aqui o método que cada qual deve seguir para bem conduzir a sua razão, mas somente mostrar de que maneira conduzi a minha.

Descartes

A utilização do PCK como ferramenta condicionante do processo de ensino-aprendizagem em Química Orgânica se configura como essencial na aquisição de um referencial teórico capaz de justificar as práticas pedagógicas e fundamentar o planejamento do professor de como trabalhar os conceitos a serem aprendidos pelos alunos.

Segundo a construção do PCK elaborado por Shulman (1987), na inter-relação entre conteúdo e aprendizagem este origina (FERNANDEZ, 2011):

“(...) a capacidade de um professor para transformar o conhecimento do conteúdo que ele possui em formas pedagogicamente poderosas e adaptadas às variações dos conteúdos e aprendizagens dos estudantes levando em consideração as experiências e bagagens dos mesmos”.

Dessa forma, o professor passa ser autor da sua aula, deixando de ser passivo e alienado às orientações de manuais dos livros didáticos e meros repetidores de conteúdos pré-preparados por apostilas, obrigando, de certa forma, a instituição de um trabalho pronto dos conteúdos como descrito por (RIBEIRO, 2019):

“A profundidade e a organização do conhecimento do conteúdo são dimensões importantes do ensino. Os professores compreendem o mapa mais amplo de sua matéria quando entendem as relações entre tópicos ou habilidades com tópicos mais gerais em seu campo, tornando-os também mais efetivos no ensino de suas matérias. (...) O conhecimento dos professores também sofre uma mudança muito grande quando eles começam a ensinar e quando o conhecimento inicial do conteúdo se enriquece com o conhecimento dos estudantes, do currículo e do contexto do ensino. O conhecimento do conteúdo, ou a falta dele, pode afetar a maneira como os professores criticam os livros de textos, como selecionam o material para ensinar, como estruturam seus cursos e como conduzem a instrução”.

Outro aspecto importante a ser ressaltado está na oportunidade de o professor ser um pesquisador do seu próprio método de trabalho, isto é, da construção do perfil de aula no qual ele deve construir a fim de que possa atingir os objetivos de ensino-aprendizagem com seus alunos, proporcionado dentro do conhecimento pedagógico do conteúdo uma amplitude do seu conhecimento profissional e mais formal no conhecimento prático recuperando o “paradigma perdido”, isto é, resultando na sinergia entre o conteúdo do conhecimento específicos dos professores com a dimensão didática (FERNANDEZ, 2011), como elucidado por (KUNH, 2011, p. 116):

“A transição de um paradigma em crise para um novo, do qual pode surgir uma nova tradição da ciência normal, está longe de ser um processo cumulativo obtido através de uma articulação do velho paradigma. É antes uma reconstrução da área de estudos a partir de novos princípios, reconstrução que altera alguma das generalizações teóricas mais elementares do paradigma, bem como muitos de seus métodos e aplicações”.

Entretanto, a elaboração dos materiais a serem produzidos requerem tempo para a pesquisa e produção, condições materiais de realização dos seus produtos e troca de experiências com os profissionais e pessoas que possam orientar e discutir esses materiais.

Sugere-se a melhor utilização das reuniões pedagógicas realizadas no ambiente escolar, onde o professor possa empregar tempo na elaboração desses materiais e não ficar preso a orientações verticais e improdutivas vindas de instâncias superiores que não produzem nenhum efeito positivo.

No mesmo sentido, se sugere ao professor a disponibilização desses materiais produzidos, a fim de que outros possam também usufruir – criação de sites, aplicativos, entre outros – e trocar experiências, receber sugestões e realizar em conjunto com os profissionais materiais e artigos que possam auxiliar no desenvolvimento desses produtos.

Outro fator importante a ser evidenciado é a partição dos professores em ambientes acadêmicos onde a reciclagem e o aprendizado de novos conhecimentos são essenciais no desenvolvimento de seus PCKs. Com isso, sugere aos cursos de formação de licenciatura que formem grupos de estudo com esses profissionais, estabeleçam intercâmbio entre os professores e os futuros profissionais, auxiliem na propagação da produção dos professores juntamente com suas respectivas delegacias de ensino.

Assim sendo, esses produtos suggestionam a busca da interação dos conhecimentos prévios dos alunos na elaboração, junto com seus companheiros de sala de aula, com o professor e as demais disciplinas, a formação de novos conhecimentos, conjecturando uma nova situação de aprendizado, observando como os conteúdos a serem aprendidos foram estabelecidos dentro desse processo, bem como o trabalho do professor ao longo do processo em refletir, atuar e construir diretamente o processo de ensino-aprendizagem de sua disciplina. A motivação da produção do professor em todos os seus aspectos garantirá uma melhor realização do processo de ensino e aprendizagem.

O processo de contextualização dentro do eixo integrador de conhecimento atribuído ao conhecimento historicamente construído em Produtos Naturais é uma ferramenta ampla na organização dos conteúdos no ensino de funções orgânicas, aproximando os fatos e os processos sociais de características universais do conhecimento humano, de modo a propor aos alunos o significado para a compreensão dos conteúdos.

Dentro da perspectiva do CTS o processo de contextualização promoverá ao professor o planejamento do desenvolvimento de ensino não se delimitando apenas à seleção de conteúdo de química mas sobrepunha de tal forma que, os alunos possam utilizar a química como uma ferramenta de leitura do mundo e suas inter-relações mediante a reconstrução/ressignificação de seus próprios conhecimentos (DINIS JÚNIOR e DA SILVA, 2016).

O processo de contextualização orientará na “aproximação de fatos e processos da realidade social dos alunos e os conhecimentos científicos de modo que os alunos compreendam que estes podem dar significado àqueles” (DOS SANTOS e PORTO, 2013).

O processo de desenvolvimento histórico construído acoplado com a temática dos Produtos Naturais transmite aos alunos que a ciência é algo vivo, inacabado, no qual é uma aventura onde os seres humanos estão sempre engajados.

Sendo assim, a Química sendo ensinada como um saber histórico e provisório com a participação dos alunos em seus próprios processos de elaboração de seus conhecimentos na busca de significados e interpretações sugere-se na conquista da autonomia do seu aprendizado como um processo em contínua construção.

A utilização dos Produtos Naturais como eixo de integrador de conhecimento potencializa a universalidade desse conhecimento químico como patrimônio cultural da humanidade em todas as épocas, inclusive em relação aos conhecimentos prévios dos alunos que, a priori, se colocariam à margem do contexto, contribuindo para o “reencontro entre a cultura e o saber prático de alargamento do contexto em que a ciência opera e de estreitamento das ligações da ciência à técnica e à sociedade. É deste reencontro que surge uma nova relação entre ciência e sociedade, entre saber científico e senso comum, entre ciência cidadã e cidadania” (DOS SANTOS, 2009), isto é, dar significado ao conhecimento químico e em aprender Química.

Não distante desses parâmetros, esse produto disponibilizará os conteúdos de maneira a incitar o ensino com caráter interdisciplinar, pois na evidência desses

aspectos devem ser considerados dentro da perspectiva do CTS onde o ensino das funções orgânicas possam ser:

“(…) moldado aos poucos à medida que se busca desenvolver a compreensão de conceitos químicos, para que professores e alunos possam inter-relacioná-los com questões de caráter científico, social, ambiental e tecnológico. Desse modo, é notável perceber que professores e alunos são ferramentas chave para que as relações entre essas questões possam fazer parte da sala de aula, isto é, esteja inserida no currículo escolar tanto nas aulas de química como nas demais matérias do ensino médio” (DINIS JÚNIOR e DA SILVA, 2016).

Dentro desses parâmetros (DOS SANTOS, 2009) descreve como os ambientes educativos deveriam ser construídos em:

“(…) ambientes de cidadania, e permear o ensino substantivo da disciplina de princípios e valores que penetrem em questões relacionadas com alguns conteúdos da ciência, com a sua natureza e estatuto e com o lugar da história da ciência no ensino da ciência, não é subestimar a dimensão conceitual da disciplina, mas complementá-la com a dimensão formativa”.

Na perspectiva do PCK, esse produto promove uma melhor compreensão e equilíbrio na análise das contribuições das culturas mediante a utilização dos Produtos Naturais associado ao desenvolvimento da ciência, com a importância e relevância no estudo e compreensão da Química e de suas especificidades, como a Química Orgânica, evidenciando esta ciência em sua forma prática, seus impactos na sociedade e promovendo o entendimento do nosso mundo e o seu funcionamento.

Dentro desse aspecto, a reconstrução dos saberes do senso comum com os saberes científicos, pautando-se no processo coletivo com seus pares de sala de aula e com o professor na construção desse novo conhecimento que, partilhado, remodelado e conflitado, direcione o aluno ao seu processo de individualização com uma aprendizagem que possa promover sua melhor aprendizagem já que, “cada ser humano é uma incógnita a ser equacionada por ele próprio” (FRANCO e DE ÂNGELIS, 2017, p. 41).

Não distante desta construção, a aprendizagem dos conteúdos específicos através dessa convivência social dos atores do processo de ensino-aprendizagem promove o trabalho dos “sentimentos humanos, estimulando as aptidões para a Arte, a Cultura, a ação tecnológica, a Ciência e a Religião. À medida que o ser se autodescobre, mais percebe a necessidade dos relacionamentos sociais, seja para buscar e intercambiar experiências, seja para contribuir em favor do desenvolvimento do grupo no qual se encontra” (FRANCO e DE ANGELIS, 2013, p. 51 – 52).

Não obstante, os produtos pedagógicos possibilitam a sugestão de como definir os saberes do ensino do conteúdo/currículo orientado por uma racionalidade didática de natureza do conhecimento múltiplo da matéria, isto é, configurando suas ações com características multidisciplinares.²⁰

Dentro do pressuposto multidisciplinar, os produtos pedagógicos permitem o desenvolvimento do conteúdo da disciplina de Química na sua perspectiva histórica no desenvolvimento da Humanidade, contribuindo a partir da sinergia entre a natureza da ciência e de suas tecnologias direcionando como propósito a um processo de aprendizagem pessoal e cidadã mais abrangente.

Ademais, a multidisciplinaridade designa a realização do processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos paralelamente a percepção, para o aluno, que a compreensão do conhecimento científico como uma construção cultural pertencente ao seu escopo de conhecimento.

Nesse aspecto, os produtos na perspectiva do PCK poderão promover a maior participação dos alunos durante as atividades dentro e fora da sala de aula, facilitar a articulação entre alunos e professores no desenvolvimento das aprendizagens, melhorar a visualização do processo de ensino aprendizagem dos alunos pelo professor, ou seja, diversificando as estratégias de ensino a fim de que o aluno tenha uma participação mais ativa na elaboração do seu conhecimento.

Ao final, espera-se que os alunos possam conceber a ciência como um processo em construção, no qual a característica histórica do desenvolvimento científico possa ser despertada na busca de uma aprendizagem de significados e de sentido e que, ao valorizar essa compreensão, o seu esforço em aprendê-la origine um conceito sobre si próprio positivo com respeito a ciência, incorporando os usos sociais da ciência e de suas consequências (POZO e CRESPO, 2009, p. 38-39).

A associação desses diversos produtos pedagógicos almeja uma sinergia mútua entre eles, de maneira que possam possibilitar em qual(is) produto(s) apresentam maior capilaridade de generalização para a especificação do aprendido

²⁰ “Em definição dada por Nicolescu *et al.* (2000), a multidisciplinaridade corresponde à busca da integração de conhecimentos por meio do estudo de um objeto de uma mesma e única disciplina ou por várias delas ao mesmo tempo. Este tipo de pesquisa traz contribuições significativas a uma disciplina específica, porque “ultrapassa as disciplinas, mas sua finalidade continua inscrita na estrutura da pesquisa disciplinar” (NICOLESCU, 2000. p.14), (BICALHO e OLIVEIRA, 2011).

do conteúdo, com maior poder de argumentação ou explicação das estruturas mais complexas e integradoras.

Cabe ressaltar que a sugestão da eficácia desses produtos deverá ser conhecida na aplicação desses produtos com os estudantes para observação de limitações, reorganizações para o desenvolvimento e aperfeiçoamento desses produtos, para a orientação de um conhecimento procedimental sobre o comportamento e o processo da aprendizagem do conteúdo na sala de aula pelos alunos.

Dentro desse aspecto, o PCK orienta à “compreensão e à representação de como o professor ajuda seus alunos a compreender um conhecimento específico, lançando mão de múltiplas estratégias instrucionais, representações e avaliações, considerando as limitações do contexto, de diferenças culturais e sociais no ambiente de aprendizagem” (FREIRE e FERNANDEZ, 2014).

Desse modo, o PCK, na constituição do eixo integrador do conhecimento, influencia a vinculação da busca da autonomia do professor de seu processo de ensino-aprendizagem, colocando-o na posição de pesquisador de sua própria prática, objetivando a aprendizagem dos conceitos científicos e de seus conteúdos aos alunos em uma aprendizagem decorrente dos processos contextualizados historicamente construídos pela humanidade, que possam promover o conhecimento da Química e sua compreensão para ações participativas no contexto social no qual está inserido.

Consequentemente, o PCK evidencia de que o conhecimento do senso comum não seja um obstáculo para a aquisição do conhecimento científico, mas sim que o conhecimento é uma construção em andamento, dialético, na elaboração de uma atitude científica das suas experiências no estudo da Química em busca de melhorias, de resoluções, de compreensões do nosso mundo, assim como das necessidades de nossa sociedade.

Por fim, a constituição do eixo integrador do conhecimento na utilização de recursos pedagógicos que possibilitam propiciar ferramentas que auxiliem na aprendizagem desses conteúdos pelos alunos, possibilitando ao professor a observação da aquisição do conhecimento de Química nas mudanças das estruturas da aprendizagem dos conteúdos, bem como as estratégias das ferramentas usadas em busca do processo de aprendizagem expressiva aos alunos.

6 REFERÊNCIAS

ADORNO, T. W. Educação e Emancipação. **e-Disciplinas**, 1995. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5535858/mod_folder/co...>. Acesso em: 30 abr 2020.

ALMEIDA, M. R.; MARTINEZ, S. T.; PINTO, A. C. Química de Produtos Naturais: Plantas que Testemunham Histórias. **Revista Virtual de Química**, v. 9, p. 1117 - 1153, mai - jun 2017. Disponível em: <<http://rvq.sbq.org.br/imagebank/pdf/v9n3a17.pdf>>. Acesso em: 06 dez 2018.

ALVARENGA, G. M.; ARAUJO, Z. R. Portfólio: conceitos básicos e indicações para utilização. **Estudos em Avaliação Educacional**, 2006. Disponível em: <<http://publicacoes.fcc.org.br/index.php/eae/article/view/2131/2088>>. Acesso em: 24 nov. 2020.

ALVES FILHO, J. P. **ATIVIDADES EXPERIMENTAIS: DO MÉTODO À PRÁTICA CONSTRUTIVISTA**. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p. 312. Doutorado. 2000.

AMARAL, C. L. C.; XAVIER, E. D. S.; MACIEL, M. D. Abordagem das relações ciência/tecnologia/sociedade nos conteúdos de funções orgânicas em livros didáticos de química do ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, p. 101-114, 2009. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/412/243>>. Acesso em: 24 nov. 2018.

ARANHA, M. L. D. A. *et al.* **Trabalho em debate**. 1ª. ed. São Paulo: Editora Moderna, 2008.

BACCELLI, C. A.; JOSÉ, I. **Pedi e Obtereis**. 1ª. ed. Votuporanga: Casa Editora Espirita "Pierre-Paul Didier", 2011.

BACKES, N. F.; PROCHNOW, T. R. Ensino de Química Orgânica por meio de temas geradores de discussões: o uso da metodologia ativa World Café. **37º Encontro de Debates sobre o Ensino de Química**, Canoas, v. 2, p. 1 - 8, 9 - 10 nov 2017. Disponível em: <<https://edeq.furg.br/images/arquivos/trabalhoscompletos/s02/ficha-213.pdf>>. Acesso em: 10 jul 2019.

BEJARANO, N. R. R.; DE CARVALHO, A. M. P. A educação química no Brasil: uma visão através das pesquisas e publicações da área. **Educación Química**, v. 11, n. 1, p. 160 - 167, Janeiro 2000. Disponível em: <http://www.quimicoscriciuma.org.br/fotos/educacao_quimica_no_brasil.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2018.

BERLINK, R. G. S. *et al.* A química dos produtos naturais no Brasil do século XXI. **Química Nova**, v. 40, n. 6, p. 706 - 710, mai 2017. Disponível em:

<<http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/AG20170110.pdf>>. Acesso em: 08 ago 2018.

BICALHO, L. M.; OLIVEIRA, M. Aspectos Conceituais da Multidiscinaridade e da Interdisciplinaridade a Pesquisa em Ciência da Informação. **Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação**, Belo Horizonte, v. 16, n. 32, p. 1 - 26, jul 2011. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/eb/article/view/1518-2924.2011v16n32p1/19336>>. Acesso em: 02 nov 2018.

BORDENAVE, J. D.; PEREIRA, A. M. **Estratégias de Ensino-Aprendizagem**. 30ª. ed. Petrópolis: Vozes, 2010.

BORGES, R. M. R. Repensando o Ensino de Ciências. In: MORAES, R., *et al.* **Construtivismo no ensino de ciências**. 3ª. ed. Porto Alegre: ediPUCRS, 2011. Cap. 8, p. 178.

BOUZON, J. D. *et al.* O Ensino de Química no Ensino CTS Brasileiro: uma Revisão Bibliográfica de Publicações em Periódicos, 2018. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/artigos/CP-69-17.pdf>>. Acesso em: 06 dez 2018.

BRANSFORD, J. *et al.* As teorias de aprendizagem e seus papeis no ensino. In: DARLING-HAMMOND, L.; BRANSFORD, J. **Preparando os professores para um mundo em transformação**. 1ª. ed. Porto Alegre: Penso, 2019. Cap. 2, p. 35 - 74.

BRANSFORD, J.; DARLING-HAMMOND, L.; LEPAGE, P. Introdução. In: DARLING-HAMMOND, L.; BRANSFORD, J. **Preparando os professores para um mundo em transformação**. 1ª. ed. Porto Alegre: Penso, 2019. Cap. 1, p. 1 - 34.

BRASIL. PCN + Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemáticas e suas Tecnologias., Brasília, p. 86, 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: 04 ago 2021.

BUENO, L. *et al.* O ENSINO DE QUÍMICA POR MEIO DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS: A REALIDADE DO ENSINO NAS ESCOLAS. **Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente**, 2008. Disponível em: <<https://www.unesp.br/prograd/ENNEP/Trabalhos%20em%20pdf%20-%20Encontro%20de%20Ensino/T4.pdf>>. Acesso em: 20 jan 2021.

CARDOSO, A. T. *et al.* “CASADINHO DA QUÍMICA”: UMA EXPERIÊNCIA COM O USO DA GAMIFICAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA. **Revista Prática Docente**, v. 5, n. 3, p. 1701 - 1716, dez 2020. Disponível em: <<http://periodicos.cfs.ifmt.edu.br/periodicos/index.php/rpd/article/view/911>>. Acesso em: 25 jan 2021.

CARRABETA JÚNIOR, V. Recurso Didático para a Construção e Inter-relação de Conceitos. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 37, n. 3, p. 441 - 447, mai 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbem/v37n3/17.pdf>>. Acesso em: 18 dez 2020.

CARRIJO, A. R. D.; MENDES, A. N. F. Avaliação da Aprendizagem e o Erro Construtivo no Ensino de Química. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 6, p. 121 - 137, 2017. Disponível em: <https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID407/v12_n6_a2017.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2020.

CAVALCANTI, E. L. D. *et al.* Perfil Químico: debatendo ludicamente o conhecimento científico em nível superior de ensino. **Revista Eletrônica de Investigation en Education en Ciencias**, Tandil, v. 7, n. 1, p. 1 -13, jul 2012. Disponível em: <<https://repositorio.bc.ufg.br/bitstream/ri/15882/5/Artigo%20-%20Eduardo%20Luiz%20Dias%20Cavalcanti%20-%202012.pdf>>. Acesso em: 04 ago 2021.

CAVALIERI, A. M. Tempo de escola e qualidade na educação pública. **Educ. Soc.**, Campinas, v. 28, n. 100, p. 1015 - 1035, 29 out 2007. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/es/a/VMNgFmGk5vW4dyYZ7796WzH/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em: 01 jan 2019.

CESAR, C. M. **BACHELARD: CIÊNCIA E POESIA**. 1ª. ed. São Paulo: Edições Paulineas, 1989.

CHIZZOTI, A.; BOCCHI, R. M. B. O tempo da escola: organização, ampliação e qualificação do tempo do ensino escolar. **Revista Educação em Questão**, Natal, v. 54, n. 42, p. 65 - 89, set - dez 2016. Disponível em: <<https://periodicos.ufrn.br/educacaoemquestao/article/view/10953/7725>>. Acesso em: 01 maio 2020.

CORREIA, C. R. D. *et al.* Vinte e cinco anos de reações, estratégias e metodologias em química orgânica. **Química Nova**, v. 25, n. Supl. 1, p. 74 - 81, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v25s1/9416.pdf>>. Acesso em: 24 nov 2018.

CORREIA, S. Metateoria e Teoria. **Ciberdúvidas da Língua Portuguesa**, 2003. Disponível em: <<https://ciberduvidas.iscte-iul.pt/consultorio/perguntas/metateoria-e-teoria/11299>>. Acesso em: 08 jul 2019.

COSTA-BEBER, L. B.; RITTER, J.; MALDENER, O. A. O Mundo da Vida e o Mundo da Escola: Aproximações com o Princípio da Contextualização na Organização Curricular da Educação Básica. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 37, n. Especial nº1, p. 11-18, jul 2015. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc37_especial_I/04-EA-108-14.pdf>. Acesso em: 06 maio 2020.

DA SILVA, A. V. A articulação entre teoria e prática na construção do conhecimento pedagógico do conteúdo. **Revista Espaço Acadêmico**, v. 112, p. 58 - 66, set 2010. Disponível em: <<http://www.uesc.br/cursos/graduacao/licenciatura/letras/revistaespa.pdf>>. Acesso em: 27 set 2018.

DA SILVA, G. L. *et al.* Plantas medicinais no ensino de química e biologia: uma alternativa para o estudo de funções orgânicas. **Educação em Ciências em múltiplos contextos - Atas do XVII Encontro Nacional de Educação em Ciências, XVII ENEC, I Seminário Internacional de Educação em Ciências, I SIEC.**, Viana do Castelo, p. 348 - 357, fev 2018. Disponível em: <http://apeduc.ipcb.pt/XVIIENEC_ATAS.pdf>. Acesso em: 29 nov 2018.

DAS NEVES, A. S. C.; GUERREIRO, J. M. A.; DE AZEVEDO, G. R. Avaliando o portfólio do estudante: processo de ensino-aprendizagem. **Avaliação**, Campinas, v. 21, n. 1, p. 199 - 220, mar 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/aval/v21n1/1414-4077-aval-21-01-00199.pdf>>. Acesso em: 06 dez 2018.

DE FARIAS, R. F. Uma proposta de síntese para o ensino integrado das disciplinas experimentais de química orgânica e inorgânica nos cursos de graduação. **Química Nova**, v. 26, n. 1, p. 139 - 140, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v26n1/14314>>. Acesso em: 10 jul 2019.

DE FREITAS FILHO, J. R. Mapas conceituais: estratégia pedagógica para construção de conceitos na disciplina de química orgânica. **Ciência e Cognição**, v. 12, p. 86 - 95, dez 2007. Disponível em: <<http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/638>>. Acesso em: 28 nov 2020.

DE FREITAS FILHO, J. R. *et al.* Mapas Conceituais: utilização no processo de avaliação da aprendizagem do conteúdo haletos. **Experiência em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 8, n. 3, p. 78 - 96, dez 2013. Disponível em: <https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID225/v8_n3_a2013.pdf>. Acesso em: 10 nov 2019.

DE GOES, L. F. **Conhecimento Pedagógico do Conteúdo: estado da arte no campo da educação e no ensino de Química**. Universidade de São Paulo - USP. São Paulo, p. 157. Dissertação. 2014.

DE LIMA, J. O. D. Perspectivas de novas metodologias no Ensino de Química. **Revista Espaço Acadêmico**, v. 136, p. 95 - 101, set 2012. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/setembro2013/quimica_artigos/perspect_novas_metod_ens_quim.pdf>. Acesso em: 04 dez 2018.

DE LIMA, J. O. G.; SOUSA, J. R. Aprendendo os Conceitos Fundamentais de Isomeria a partir de uma Atividade Lúdica. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 5,

p. 189 - 200, 2017. Disponível em: <https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID411/v12_n6_a2017.pdf>. Acesso em: 11 jul 2019.

DE OLIVEIRA, A. L. *et al.* O Jogo Educativo como Recurso Interdisciplinar no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, 2018. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc40_2/05-RSA-82-16.pdf>. Acesso em: 10 jul 2019.

DE OLIVEIRA, J. R. S. A Perspectiva Sócio-histórica de Vygotsky e suas Relações com a Prática da Experimentação no Ensino de Química. **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, 2010. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/38134>>. Acesso em: 10 dez 2019.

DE OLIVEIRA, M. L. *et al.* A Química Medicinal como Ferramenta de Contextualização para o Ensino de Química no âmbito de um Clube de Ciências, 2017. Disponível em: <<http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R2595-1.pdf>>. Acesso em: 29 nov 2018.

DE SANTANA, E. M.; REZENDE, D. B. A Influência de jogos e atividades lúdicas no ensino e aprendizagem de química. **Caderno de Programa e Recursos**, São Paulo, 2008. 1 - 12. Disponível em: <<http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/vienpec/CR2/p467.pdf>>. Acesso em: 04 dez 2018.

DE SOUZA, N. A.; BORUCHOVITCH, E. Mapas Conceituais: Estratégia de Ensino/Aprendizagem e Ferramenta Avaliativa. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v. 26, p. 195 - 218, dez 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/edur/v26n3/v26n3a10.pdf>>. Acesso em: 24 nov 2020.

DE SOUZA, O. N. P. Educação e Trabalho. In: DE SOUZA, P. N. P.; DA SILVA, E. B. **Educação: Escola-Trabalho**. 1ª. ed. São Paulo: Livraria Pioneira, 1984. Cap. 2, p. 28.

DE SOUZA, T. P.; DA SILVA, P. F. K. O Ensino de Química e Atividades Lúdicas: o que pensam os estudantes? **RELACult –Revista Latino-Americana de Estudos em Cultura e Sociedade**, v. 4, n. Especial, p. 1 -11, fev 2018. Disponível em: <<https://periodicos.claec.org/index.php/relacult/article/view/729>>. Acesso em: 04 dez 2018.

DEL PINO, J. C. Um estudo sobre a organização curricular de disciplinas de química geral. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 14, n. 1, p. 94 - 114, jan/abr 2012. Disponível em: <<http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/214>>. Acesso em: 01 dez 2019.

DINIS JÚNIOR, A. I.; DA SILVA, J. R. R. Isômeros, Funções Orgânicas e Radicais Livres: análise da aprendizagem de alunos do ensino médio segundo a abordagem

CTS. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 38, n. 1, p. 60 - 69, fev 2016. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc38_1/11-EQF-47-14.pdf>. Acesso em: 10 jul 2019.

DO NASCIMENTO, L. A. L.; RÔÇAS, G. Portfólio: uma opção de avaliação integrada para o ensino de ciências. **Estudos em Avaliação Educacional**, São Paulo, v. 26, n. 63, p. 742 - 767, set - dez 2015. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5619748.pdf>>. Acesso em: 06 dez 2018.

DOS SANTOS, M. E. V. M. Ciência Como Cultura - paradigmas e implicações epistemológicas na educação científica escolar. **Química Nova**, v. 32, n. 2, p. 530 - 537, jan 2009. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/qn/v32n2/v32n2a43.pdf>>. Acesso em: 17 nov 2019.

DOS SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, Piracicaba, v. 1, n. Especial, p. 1 - 12, nov 2007. Disponível em: <<http://files.gpecea-usp.webnode.com.br/200000358-0e00c0e7d9/AULA%206-%20TEXTO%2014-%20CONTEXTUALIZACAO%20NO%20ENSINO%20DE%20CIENCIAS%20POR%20MEI.pdf>>. Acesso em: 01 dez 2019.

DOS SANTOS, W. L. P. A Química e a formação para a cidadania. **Educación Química**, v. 22, n. 4, p. 300 - 305, oct 2011. Disponível em: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2011000400004>. Acesso em: 24 nov. 2018.

DOS SANTOS, W. L. P. *et al.* Química e sociedade: um projeto brasileiro para o ensino de Química por meio de temas CTS. **Educación Química**, v. 3, p. 20 - 28, 2009. Disponível em: <https://www.academia.edu/7910441/Química_e_sociedade_um_projeto_brasileiro_para_o_ensino_de_química_por_meio_de_temas_CTS>. Acesso em: 1 set 2018.

DOS SANTOS, W. L. P.; PORTO, P. A. A Pesquisa em Ensino de Química como Área Estratégia para o Desenvolvimento da Química. **Química Nova**, v. 36, n. 10, p. 1570 -1576, oct 2013. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/qn/v36n10/14.pdf>>. Acesso em: 30 nov 2019.

DOS SANTOS, W. L. P.; SCHNETZIER, R. P. Função Social: o que significa ensino de química para formar o cidadão? **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 4, n. 4, p. 28 - 34, nov 1996. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc04/pesquisa.pdf>>. Acesso em: 20 nov 2016.

DOS SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química - Compromisso com a Cidadania**. 4ª. ed. Ijuí: UNIJUÍ, 2010.

DOS SANTOS, W. L.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia - Sociedade). **Ensaio - Pesquisa em**

Educação em Ciências, v. 2, n. 2, p. 1 - 23, dez 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/epec/v2n2/1983-2117-epec-2-02-00110.pdf>>. Acesso em: 06 dez 2018.

ELY, C. R. et al. **Diversificando em Química - Propostas de enriquecimento curricular**. 2ª. ed. Porto Alegre: Editora Mediação, 2013.

ESTEBAM, M. T. Educação Popular: desafio à democratização da escola pública. **Cad. Cedes**, Campinas, v. 27, n. 71, p. 9 - 17, jan - abr 2007. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ccedes/a/nfzYTnD5HPLQLsrvk3zCk4G/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 01 dez 2019.

FELÍCIO, C. M.; SOARES, M. H. F. B. Da Intencionalidade à Responsabilidade Lúdica: Novos Termos para Uma Reflexão Sobre o Uso de Jogos no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 20, p. 1 - 9, jan 2018. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/artigos/EA-33-17.pdf>>. Acesso em: 10 jul 2019.

FERNANDEZ, C. PCK - Conhecimento Pedagógico do Conteúdo: perspectivas e possibilidades para a formação de professores. **ABRAPEC**, Campinas, v. 1, p. 1 -12, jan 2011. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/atas_enpec/viiienpec/resumos/R0370-1.pdf>. Acesso em: 11 nov 2019.

FERNANDEZ, C. Revisitando a base de conhecimentos e o conhecimento pedagógico do conteúdo (pck) de professores de ciências. **Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17, n. 2, p. 500 - 528, mai - ago 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/epec/v17n2/1983-2117-epec-17-02-00500.pdf>>. Acesso em: 27 nov 2018.

FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R.; DE OLIVEIRA, R. C. Ensino Experimental de Química: Uma Abordagem Investigativa Contextualizada. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 2, p. 101 - 106, mai 2010. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32_2/08-PE-5207.pdf>. Acesso em: 08 ago 2018.

FERREIRA, M. et al. **Química Orgânica**. Porto Alegre: Artmed, 2007.

FERREIRA, M.; DEL PINO, J. C. Estratégias para o ensino de química orgânica no nível médio: uma proposta curricular. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 11, n. 1, p. 101 - 118, 09 jan - jun 2011. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/143589/000709513.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 09 ago 2018.

FIRN, R. **Nature's Chemicals - The Natural Products that Shaped Our World**. 1ª. ed. New York: Orford University Press, 2010.

FRANCO, D. P. et al. **Em Busca da Iluminação Interior**. 1ª. ed. Salvador: Leal, 2017.

FRANCO, D. P.; DE ANGELIS, J. (**Desperte e Seja Feliz**. 11^a. ed. Salvador: LEAL, v. 7, 2013.

FRANCO, D. P.; DE ÂNGELIS, J. (. **Autodescobrimento**: uma busca interior. 19^a. ed. Salvador: Leal, v. 6, 2017.

FREIRE, L. I. F.; FERNANDEZ, C. Professores novatos de química e o desenvolvimento do PCK de oxidorredução: influências da formação inicial. **Educación Química**, v. 25, n. 3, p. 312 - 324, jul 2014. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0187893X14705476>>. Acesso em: 16 jul 2019.

GALIAZZI, M. C.; GONÇALVES, F. P. A Natureza Pedagógica da Experimentação: uma pesquisa na licenciatura em química. **Química Nova**, v. 27, n. 2, p. 326 - 331, ago 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v27n2/19283.pdf>>. Acesso em: 13 dez 2018.

GIROTTTO JUNIOR, G. **Do licenciado ao professor de Química: um olhar sobre o desenvolvimento do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo**. Universidade de São Paulo - USP. São Paulo, p. 162. Dissertação. 2011.

GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. Contribuições Pedagógicas e Epistemológicas em Textos de Experimentação no Ensino de Química. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 11 (2), p. 219 - 238, 2006. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/494/297>>. Acesso em: 20 nov 2019.

GROSSAMN, P.; SCHOENFELD, A.; LEE, C. O ensino do conteúdo da disciplina. In: DARLING-HAMMOND, L.; BRANSFORD, J. **Preparando os professores para um mundo em transformação**. 1^a. ed. Porto Alegre: Penso, 2019. p. 170 - 196.

GUAITA, R. I.; GONÇALVES, F. P. A Leitura em uma Perspectiva Progressista e o Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v. 37, n. 1, p. 53 - 62, fev 2015. Acesso em: 10 jul 2019.

IVANISSEVICH, A.; PINTO, A. C. **Química Hoje**. 1^a. ed. Rio de Janeiro: ICH - Instituto Ciência Hoje, 2012.

JÚNIOR, C. V.; BOLZANI, V. S.; BARREIRO, E. J. Os produtos naturais e a química medicinal moderna. **Química Nova**, v. 29, n. 2, p. 326 - 337, jan 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v29n2/28453.pdf>>. Acesso em: 06 dez 2018.

KRASILCHIK, M. Reformas e Realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**, v. 14, n. 1, p. 85 - 93, 2000. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/spp/v14n1/9805.pdf>>. Acesso em: 24 abr 2020.

KUNH, T. S. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. 11^a. ed. São Paulo: Editora Perspectiva S.A, 2011.

LEAL, M. C. **Didática da Química - fundamentos e práticas para o Ensino Médio**. 1a. ed. Belo Horizonte: Dimensão, 2010.

LIMA, A. A.; NUÑES, I. B. Análise do conhecimento pedagógico do conteúdo no planejamento de atividades com a utilização de modelos no ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 2, p. 123 - 131, mai 2013. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_2/09-PE-75-11.pdf>. Acesso em: 10 jul 2019.

LOPES, A. R. C. Contribuições de Gaston Bachelard ao Ensino de Ciências. **Enseñanza de Las Ciencias**, v. 11, n. 3, p. 324 - 330, 1993. Disponível em: <<https://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v11n3/02124521v11n3p324.pdf>>. Acesso em: 27 nov 2018.

LOYOLA, C. O. D. B.; SILVA, F. C. Plantas Medicinais: uma oficina temática para o ensino de grupos funcionais. **Química Nova na Escola**, v. 39, n. 1, p. 59 - 67, fev 2017. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc39_1/10-RSA-125-15.pdf>. Acesso em: 10 jul 2019.

MACENO, N. G.; GUIMARÃES, O. M. A Inovação na Área de Educação Química. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 1, p. 48 - 56, 14 fev 2013. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_1/08-PE-91-11.pdf>. Acesso em: 05 maio 2019.

MAMEME, M.; ZIMMERMANN, E. Letramento Científico e CTS na Formação de Professores para o Ensino de Ciências. **Enseñanza de Las Ciencias**, v. 1, n. extra, p. 1 - 4, jan 2005. Disponível em: <https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp320letcie.pdf>. Acesso em: 06 dez 2018.

MAROJA, C. **O Currículo de Química nas Escolas Públicas de Ensino Médio da Cidade de São Paulo**. Universidade Cruzeiro do Sul. São Paulo, p. 217. Dissertação. 2007.

MARQUES, M. O. Os Paradigmas da Educação. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília, v. 73, n. 175, p. 547 - 545, 01 dez 1992. Disponível em: <<http://rbep.inep.gov.br/ojs3/index.php/rbep/article/view/1107>>. Acesso em: 04 ago 2021.

MARTINS, L. M. **A formação social da personalidade do professor - um enfoque vigotskiano**. 1ª. ed. Campinas: AUTORES ASSOCIADOS, 2007.

MARTINS, R. A. Introdução: a história da ciência e seus usos na educação. In: SILVA, C. C. **Estudos de História e Filosofia das Ciências: subsídios para a aplicação no Ensino**. 1ª. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2006. Cap. Introdução, p. xxi - xxxiv.

MATTHEWS, M. R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de uma reaproximação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 12, n. 3,

p. 164 - 214, jan 1995. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7084/6555>>. Acesso em: 27 nov 2018.

MESSEDER NETO, H. S.; DE MORADILLO, E. F. O Lúdico no Ensino de Química: Considerações a partir da Psicologia Histórico-Cultural. **Química Nova na Escola**, 2015. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc38_4/11-EQF-33-15.pdf>. Acesso em: 06 dez 2018.

MININEL, S. M. X. *et al.* Consideração de professores em relação à implantação da proposta curricular de Química do Estado de São Paulo. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 39, n. 4, p. 368 - 372, nov 2017. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc39_4/09-EQF-73-16.pdf>. Acesso em: 10 jul 2019.

MOREIRA, A. F. B.; CANDAU, V. M. Educação escolar e cultura(s): construindo caminhos. **Educação Escola e Cultura(s)**, v. 1, n. 23, p. 156 - 168, mai - ago 2003. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/rbedu/n23/n23a11.pdf>>. Acesso em: 01 dez 2019.

MOREIRA, M. A. **Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. Porto Alegre, p. 1 - 14. 2013.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. A proposta curricular de química do estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Química Nova**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 273 - 283, abril 2000. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/qn/a/QZSvNkKHJHG3Wk6XsSd7Phb/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 23 jul 2021.

MORTINER, E. F. Pressupostos epistemológicos para uma metodologia de ensino de química: mudança conceitual e perfil epistemológico. **Química Nova**, v. 15, n. 3, p. 242-249, set 1992. Disponível em: <http://static.sites.sbq.org.br/quimicanova.sbq.org.br/pdf/Vol15No3_242_v15_n3_%2814%29.pdf>. Acesso em: 18 nov 2019.

NEIRA, M. G. Perspectiva do Fracasso Escolar. **e-Aulas da USP**, São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://eaulas.usp.br/portal/video.action?itemId=6416>>. Acesso em: 12 jun 2020.

OLIVEIRA, R. J. Ensino de Química: Por Um Enfoque Epistemológico e Argumentativo. **Química Nova na Escola**, v. 37, n. 4, p. 257 - 263, nov 2015. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc37_4/04-EA-15-14.pdf>. Acesso em: 10 jul 2019.

PAZINATO, M. S. *et al.* Uma Abordagem Diferenciada para o Ensino de Funções Orgânicas através da Temática Medicamentos. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 1,

p. 21 - 25, fev 2012. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc34_1/05-EA-43-11.pdf>. Acesso em: 29 nov 2018.

PEREIRA, P. G. E. M.; FERNANDEZ, C. Índícios do modelo integrativo no desenvolvimento do PCK em licenciandos em química durante o estágio supervisionado. **Revista de Educación en Ciencia**, v. 14, n. 2, p. 74 - 78, abr 2013. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Carmen-Fernandez-10/publication/282330670_Indicios_do_modelo_integrativo_no_desenvolvimento_do_PCK_em_licenciandos_em_quimica_durante_o_estagio_supervisionado/links/56242e1008ae70315b5db780/Indicios-do-modelo-integrati>. Acesso em: 04 dez 2020.

PINTO, A. C. O Brasil dos Viajantes e dos Exploradores e a Química de Produtos Naturais Brasileira. **Química Nova**, v. 18 (6), p. 608 - 615, 4 set 1995. Disponível em: <http://static.sites.sbq.org.br/quimicanova.sbq.org.br/pdf/Vol18No6_608_v18_n6_16.pdf>. Acesso em: 21 nov 2019.

POZO, J. I.; CRESPO, M. À. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências**. 5a. ed. Porto Alegre: ARTMED, 2009.

RIBEIRO, M. A. P. Whitehead e os elementos condicionantes de uma práxis pedagógica autêntica em ciências. **Scientia Naturalis**, Rio Branco, v. 1, n. 3, p. 309 - 325, 2019. Acesso em: 06 mai 2020.

RICARDO, E. C. Educação CTSA: Obstáculos e Possibilidades para a sua Implementação no Contexto Escolar. **Ciência & Ensino**, v. 1, n. Especial, p. 1 -12, nov 2007. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4146732/mod_resource/content/2/EDUCA%C3%87%C3%83O%20CTSA-OBST%C3%81CULOS.pdf>. Acesso em: 17 abr 2020.

ROQUE, N. F.; SILVA, J. L. P. B. A linguagem química e o ensino da química orgânica. **Química Nova**, v. 31, n. 4, p. 921 - 923, abr 2008. Disponível em: <http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol31No4_921_33-ED08026.pdf>. Acesso em: 06 dez 2018.

ROSITO, B. A. O Ensino de Ciências e a Experimentação. In: MORAES, R. **Construtivismo e Ensino de Ciências - Reflexões Epistemológicas e Metodológicas**. 3ª. ed. Porto Alegre: ediPUCRS, 2011. Cap. 7, p. 151 - 161.

SACRISTÀN, J. G.; PÉREZ GOMES, A. I. **Compreender e Transformar o Ensino**. 4ª. ed. Porto Alegre: Editora ARTED, 2000.

SANTOS, B. D. S. **Introdução a uma ciência pós moderna**. 1ª. ed. Rio de Janeiro: GRAAL, 1989.

SARKER, S. D.; NAHAR, L. **Chemistry for Pharmacy Students General, Organic and Natural Product Chemistry**. 1a. ed. [S.l.]: John Wiley & Sons Ltd, 2007.

SAVIANI, D. Sobre a Natureza e a Especificidade da Educação. **Em aberto**, Brasília, v. 22, p. 1 - 6, jul - ago 1984. Disponível em: <<http://ifibe.edu.br/arq/20150911214634120944442.pdf>>. Acesso em: 06 jan 2018.

SAVIANI, D. Trabalho e educação: fundamentos ontológicos e históricos. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12, n. 34, p. 152 - 165, jan - abr 2007. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/rbedu/v12n34/a12v1234.pdf>>. Acesso em: 17 nov 2019.

SCAFI, S. H. F. Contextualização do Ensino de Química em uma Escola Militar. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 10, p. 176 - 183, ago 2010. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32_3/07-RSA-8709.pdf>. Acesso em: 01 set 2018.

SHULMAN, L. **Knowledge and teaching: foundation of new reform**. 1ª. ed. Cambridge: Harvard Educational Review, v. 57, 1987. p. 1 - 22

SHULMAN, L. S. Those who understand: knowledge growth in teaching. **Educational Researcher**, v. 15, n. 2, p. 4 - 14, fev 1986. Disponível em: <https://depts.washington.edu/comgrnd/cccli/papers/shulman_ThoseWhoUnderstandKnowledgeGrowthTeaching_1986-jy.pdf>. Acesso em: 15 ago 2022.

SOUZA, H. Y. S.; SILVA, C. K. O. Dados orgânicos: um jogo didático no ensino de química. **Holos**, Natal, v. 3, p. 107 - 121, jun 2012. Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/737/559>>. Acesso em: 03 ago 2021.

TEIXEIRA, A. S.; XAVIER, K. S.; DAMASIO, F. O Ensino de e sobre Ciência por Meio da Série de Ficção Científica Jornada das Estrelas. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 5, p. 1 - 33, 2017. Disponível em: <https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID377/v12_n5_a2017.pdf>. Acesso em: 17 jul 2019.

THEODORO, C. M. E.; KASSEBOEHMER, A. C.; FERREIRA, L. H. Os aspectos sócio-culturais e teórico-metodológicos recomendados pelo PCNEM: as contribuições dos livros didáticos de Química para os objetivos do Ensino Médio. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 11, n. 2, p. 161 - 182, 2011. Disponível em: <<https://seer.ufmg.br/index.php/rbpec/article/viewFile/2405/1805>>. Acesso em: 24 nov. 2018.

VIEGAS JR, C.; BOLZANI, V. D. S.; BARREIRO, E. J. Os produtos naturais e a química medicinal moderna. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 326 - 337, mar - abr 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v29n2/28453.pdf>>. Acesso em: 14 ago 2018.

VIEIRA, V.; BIANCONI, M. L.; DIAS, M. Espaços não formais de ensino e o currículo de ciências. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 57, n. 4, p. 21 - 23, oct - dez 2005. Disponível em:

<http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252005000400014>. Acesso em: 01 dez 2019.

VILARINHO, L. R. G. *et al.* O Portfólio como Instrumento de Avaliação: uma análise de artigos inseridos na base de dados e-AVAL. **Meta: Avaliação**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 26, p. 321 - 336, mai - ago 2017. Disponível em: <<http://revistas.cesgranrio.org.br/index.php/metaavaliacao/article/view/1456/pdf>>. Acesso em: 28 nov 2018.

VILLA BOAS, B. M. F. Contribuições do Port-fólio para a organização do trabalho pedagógico. **Estudos em Avaliação Educacional**, v. 23, p. 137 - 152, jan-jun 2001. Disponível em: <<http://publicacoes.fcc.org.br/index.php/eae/article/view/2212/2170>>. Acesso em: 03 ago 2021.

WARTHA, E. J.; DA SILVA, E. L.; BEJARANO, N. R. R. Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 2, p. 84 - 91, mai 2013. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_2/04-CCD-151-12.pdf>. Acesso em: 10 jul 2019.

WARTHA, E. J.; REZENDE, D. D. B. A elaboração conceitual em química orgânica na perspectiva da semiótica Peirceana. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 21, n. 1, p. 49 - 64, jan - mar 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v21n1/1516-7313-ciedu-21-01-0049.pdf>>. Acesso em: 16 jul 2019.

ZANON, D. A. V.; GUERREIRO, M. A. S.; DE OLIVIERA, R. C. Jogo didático Ludo Químico para o ensino de nomenclatura dos compostos orgânicos: projeto, produção, ampliação e avaliação. **Ciências e Cognição**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 1, p. 72 - 81, mar 2008. Disponível em: <<http://pepsic.bvsalud.org/pdf/cc/v13n1/v13n1a08.pdf>>. Acesso em: 01 ago 2021.

ZUCONELLI, C. R. *et al.* Utilização da aprendizagem significativa para o ensinoda função orgânica álcool. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 4, p. 123 - 133, mai 2018. Disponível em: <http://www.if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID507/v13_n4_a2018.pdf>. Acesso em: 11 jul 2019.

7 APÊNDICES

Apêndice A. Textos Integradores de Conhecimento

Texto 1. A História dos Produtos Naturais na Odisseia Humana.

A HISTÓRIA DOS PRODUTOS NATURAIS NA ODISSEIA HUMANA.

Data do boletim
informativo
Volume 1, Edição 1

A Utilização Milenar dos Produtos Naturais.

Os produtos naturais são utilizados pela humanidade desde tempos imemoriais. A busca por alívio e cura de doenças pela ingestão de ervas e folhas talvez tenha sido uma das primeiras formas de utilização dos produtos naturais. A história do desenvolvimento das civilizações Oriental e Ocidental é rica em exemplos da utilização de recursos naturais na medicina, no controle de pragas e em mecanismos de defesa, merecendo destaque a civilização Egípcia, Greco-romana e Chinesa. A medicina tradicional chinesa desenvolveu-se com tal grandiosidade e eficiência que até hoje muitas espécies e preparados vegetais medicinais são estudados na busca pelo entendimento de seu mecanismo de ação e no isolamento dos princípios ativos. As técnicas desenvolvidas e utilizadas no Egito para conservação de múmias ainda são um desafio para a Química moderna. Na Idade Antiga, além de técnicas medicinais, muitos venenos foram descobertos na natureza e utilizados para fins de defesa, caça e mesmo ilícitos, como a utilização do veneno de Hemlock (*Conium maculatum*) na execução de prisioneiros, inclusive Sócrates, durante o Império Grego (Figura 1 e 2).

Figura 1. Concepção artística da morte de Sócrates (469-399 a.C.), pintada em 1787, na França, por Jacques-Louis David. O filósofo grego foi condenado a beber uma xícara do extrato da planta chamada cicuta (figura 2), que contém uma amina extremamente tóxica, a coniina.

Figura 2. *Gylkos csomorika*, a cicuta.

Nesta edição

A Utilização Milenar dos Produtos Naturais	1
As Plantas Naturais e o Descobrimento do Brasil - partes 1 e 2	2
Medicina e os Produtos Naturais; Produtos Naturais e Drogas Alucinógenas	3
Química em Ação – Produtos Naturais x Produtos Sintéticos; Feromônios e a Comunicação de Substâncias Orgânicas; Terpenos e a Química dos Compostos Naturais	4
Química em Ação – Os Mares: O Tesouro Biológico dos Produtos Naturais	5
Química em Ação – Alho e Enxofre; Os Produtos Naturais a partir de microorganismos	6
Química em Ação – A Descoberta do Medicamento Mais Usado no Mundo	7
Química em Ação – O Mercado das Plantas Medicinais e a Biopirataria	8
Química em Ação – Corantes Naturais, Cultura Indígena e Cosméticos; Curiosidades (1)	9
Construa o seu próprio vocabulário; Curiosidades (2); Bibliografia	10

A natureza sempre despertou no homem um fascínio encantador, não só pelos recursos oferecidos para sua alimentação e manutenção, mas por ser sua principal fonte de inspiração e aprendizado. A busca incessante pela compreensão das leis naturais e o desafio de transpor barreiras à sua sobrevivência, como o clima e as doenças, levaram o homem ao atual estágio de desenvolvimento científico, mesmo após o avanço tecnológico observado nos dias de hoje. A história do Brasil está intimamente ligada ao comércio de produtos naturais (as especiarias), os quais determinaram as várias disputas de posse da nova terra e, por fim, a colonização portuguesa. Até o final do século XIX somente os corantes naturais eram disponíveis, tornando estes produtos valiosos e de enorme interesse dos colonizadores. Neste sentido, além do pau-brasil, que foi extraído de forma predatória do nosso território até quase sua extinção, muitos outros produtos despertaram interesse por parte dos europeus que aportaram na terra recém-descoberta. Nos dias atuais, quimicamente falando, os Produtos Naturais (PN) são tipos de substâncias químicas distintas e específicas que são produtos por determinados tipos de plantas, microorganismos e animais marinhos, ou seja, refere-se a substâncias naturalmente sintetizadas que não são produzidos por todos os organismos mas são produzidos por algumas espécies. Outra denominação para os NP se referem como um metabolismo secundário, isto é, são vias metabólicas distintas restritas de alguns organismos exercendo um papel vital de menor importância ao organismo (não envolvem as substâncias químicas essenciais para o funcionamento básico de uma célula – metabolismo primário).

As Plantas Naturais e o Descobrimento do Brasil – Parte 1

Com 1500 homens sendo que 1200 preparados para a guerra, Pedro Álvares Cabral em 22 de abril de 1500, descortinou o relevo da costa do território que se chamaria mais tarde de Brasil. Em sua carta para o rei D. Manoel, Cabral relata a nudez das índias e as pinturas dos nativos mas também a ouriços levados aos portugueses. Esses ouriços conhecidos como bixácea – *Bixa orellana* (figura 3) – conhecida como urucu, palavra tupi que significa vermelho.

Figura 3. *Bixa Orellana*. Fonte: http://www.nature-myview.com/uploads/2/8/3/6/28363143/6826687_orig.jpg
A tintura dos indígenas era feita com as sementes cujo o principal corante é a bixina (figura 4).

Figura 4. Estrutura Molecular da Bixina. Fonte: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/4/4e/Trans-bixin.png/800px-Trans-bixin.png>

O óleo extraído além da tintura foi muito usado como gás de iluminação e para o preparo de sabão. É também utilizado em móveis para protegê-lo contra ataques de insetos, corante alimentício e filtros solares.

As Plantas Naturais e o Descobrimento do Brasil – Parte 2

Inicialmente os portugueses não se interessaram pela exploração do território brasileiro até que os franceses iniciaram a comercialização do pau-brasil com os índios tupinambás. E o tráfico do pau-brasil dos franceses reacenderam o interesse português pelas terras brasileiras. Nesse início de colonização, o pau-brasil foi o produto de maior valor explorado pela metrópole portuguesa. Denominado na língua tupi de ibirapitanga, isto é, madeira ou árvore de cor vermelha, o corante é extraído da *Caesalpinia echinata* (figura 5) muito utilizado como tintura de roupa como para tinta de escrever

Figura 5. *Caesalpinia echinata* conhecida como pau-brasil.

Sendo essa planta conhecido desde a Idade Média por uma planta extraída das índias Orientais (*C. sappan* L.) era comercializado na Itália em 1128 e introduzido na Espanha e França, respectivamente, nos anos de 1221 e 1243. Dentro do o seu cerne se extraía diversas substâncias, dependendo da procedência, como sendo bressil, bassily, bresilzi ou bracilis. As árvores eram cortadas pelos índios em toras de aproximadamente 1,5 m de comprimento com cerca de 30 kg

cada uma. Quando chegavam em Lisboa, eram levadas para Amsterdã, hoje Holanda, onde era reduzida a pó por prisioneiros. Dois homens raspavam em média 27 kg de pó por dia de trabalho integral. Com 60 kg de serragem, o equivalente a 1 quintal custava 2,5 ducados no século XVI. Cada ducado equivaleria a 3,5 g de ouro. No lenho do pau-brasil encontra-se a brasilina que, ao extraída, sofre oxidação a brasileína, sendo esta a matéria corante empregada (figura 6).

Figura 6. Os corantes extraídos do pau-brasil.

As estimativas que nos 100 anos iniciais de exploração do pau-brasil foram devastados 6000 km² de Mata Atlântica ocasionado quase a sua extinção.

Medicina e Produtos Naturais.

O profundo conhecimento do arsenal químico da natureza, pelos povos primitivos e pelos indígenas pode ser considerado fator fundamental para descobrimento de substâncias tóxicas e medicamentosas ao longo do tempo. A convivência e o aprendizado com os mais diferentes grupos étnicos trouxeram valiosas contribuições para o desenvolvimento da pesquisa em produtos naturais, do conhecimento da relação íntima entre a estrutura química de um determinado composto e suas propriedades biológicas e da inter-relação animais/inseto-planta. Neste sentido, a natureza forneceu muitos modelos moleculares que fundamentaram estudos de relação estrutura-atividade (substâncias orgânicas moleculares que apresentam diferentes potenciais farmacológicos ou efeitos colaterais indesejáveis na obtenção de novas substâncias farmacológicas) e inspiraram o desenvolvimento da síntese orgânica clássica. Os curares eram drogas obtidas de diversas espécies de *Strychnos* (conhecida como noz-vômica ou fava-de-santo-inácio) e *Chondrodendron* americanas e africanas (conhecida como curare, pareira-brava ou uva-do-mato), utilizadas pelos índios para produzir flechas envenenadas para caça e pesca (figura 7). Somente no século XIX Boehm isolou o principal constituinte ativo do curare americano (*Chondrodendron tomentosum*), a (+)-tubocurarina (figura 8). O curare foi também responsável pelo início dos estudos sobre a relação entre estrutura química e atividade biológica (SAR), tendo sido, nesta área, o primeiro trabalho publicado sobre SAR em Química Farmacêutica, datado de 1869.

Figura 7. *Strychnos* L. (1) e *Chondrodendron tomentosum* (2).
Fontes: <http://cool-ed.weebly.com/curare.html>;
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/66/Strychnos_nux-vomica_-_Köhler-s_Medizinal-Pflanzen-266.jpg/355px-Strychnos_nux-vomica_-_Köhler-s_Medizinal-Pflanzen-266.jpg;

Figura 8. A estrutura molecular da (+)-tubocurarina

Produtos Naturais e Drogas Alucinógenas.

Outro exemplo marcante de produtos naturais que causaram grande impacto na humanidade, e que de certa forma modificou o comportamento do homem moderno, foi a descoberta das substâncias alucinógenas. Os povos antigos utilizavam largamente rapés e bebidas alucinógenas em suas práticas religiosas e mágicas. O ópio, preparado dos bulbos de *Papaver somniferum*, figura 9 é conhecido há séculos por suas propriedades soporíferas e analgésicas.

Figura 9. *Papaver somniferum*. Fonte:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/87/Opium_poppy.jpg

Esta planta era utilizada desde a época dos Sumérios (4000 a.C.), havendo relatos na mitologia grega atribuindo à papoula do ópio o simbolismo de Morfeu, o deus do sono. Em 1803, Derosne descreveu o “sal de ópio”, iniciando os primeiros estudos sobre a constituição química do ópio; em 1804, na França, Armand Séguin isolou o seu constituinte majoritário, a morfina, figura 10, e Sertürner publicou seus trabalhos sobre o *principium somniferum*, tendo sido os

pioneiros na busca pela utilização de substâncias naturais na forma pura.

Figura 10. Estrutura molecular da morfina.

Durante a colonização espanhola do Peru, em 1630, os jesuítas tomaram conhecimento da utilização pelos índios das cascas secas de espécies de *Cinchona* para tratamento de alguns tipos de febre. Em 1820, Pelletier e Caventou isolaram a quinina (1), figura 11, que durante quase trezentos anos foi o único princípio ativo eficaz contra a malária. Esta substância é considerada a responsável pelo desenvolvimento, após a II Grande Guerra, dos antimaláricos sintéticos do qual fazem parte a cloroquina (2) e a primaquina (3). Como apresentados na figura 11.

Figura 11. Quinina e alguns análogos antimaláricos sintéticos.

Química em ação

Produto Natural x Produto Sintético.

“Nesse produto não tem produtos químicos”. Essa frase muito difundida em produtos comercializados não condiz com a realidade. Todo produto contém substâncias químicas o que se deve analisar é a sua procedência. Produtos naturais são aqueles utilizados diretamente da natureza ou extraído dela. Porém, os produtos sintéticos em química orgânica são aqueles que esclarecem a estrutura dos produtos naturais, analisam as reações químicas para a produção dessa substância natural e preparam essa substância natural ou produzem novas substâncias com modificações a partir da substância natural original. Todas as substâncias da figura 12 a seguir são produzidas em laboratórios e indústrias com as mesmas propriedades químicas dos produtos encontrados na natureza.

Figura 12. Produtos Naturais e a extração de algumas de suas substâncias.

Feromônios e a comunicação por meios de substâncias orgânicas.

Muitos animais se comunicam uns com os outros usando uma linguagem básica por odores de substâncias químicas chamadas feromônios. Tais substâncias, quando alcançam os órgãos olfativos de outros indivíduos da mesma espécie desencadeiam uma série de reações. Os feromônios secretados em pequenas quantidades podem causar efeitos biológicos profundos, por exemplo, em insetos nos seus rituais de acasalamento. Outros feromônios são secretados como aviso de perigo e outras substâncias para aglutinação de membro da mesma espécie como ilustrado na figura 13.

Figura 13. Insetos e seus feromônios.

Terpenos e a química dos compostos naturais.

Os óleos essenciais são empregados e explorados há cerca de 3.500 anos pela humanidade. Com ampla utilização, principalmente na perfumaria e cosméticos, tais substâncias encontram também significativa aplicabilidade na indústria alimentícia por contribuir no reforço ou na melhora da qualidade sensorial dos alimentos. O Brasil, considerado como um dos 17 países mega diversos do planeta, apresenta uma extensa diversidade florística. Além das plantas, esses compostos também podem ser produzidos por animais e micro-organismos, como fungos e bactérias. Apesar de apresentarem diferenças estruturais entre si, todos os terpenos/terpenoides são basicamente estruturados em blocos de cinco carbonos – unidades de isopreno (C_5H_8).

Figura 14. A estrutura química do isopreno.

A seguir encontra-se algumas estruturas orgânicas conhecidas como compostos de impacto de suas matrizes conhecidas.

Figura 15. Estruturas químicas de aromas de produtos naturais.

Química em Ação

Os Mares: O Tesouro Biológico dos Produtos Naturais.

Os oceanos cobrem 70 % da superfície terrestre e são habitados por cerca de 200.000 espécies de plantas e invertebrados marinhos e milhões de microorganismos. Além das plantas, esponjas, octocorais, ascídeos e briozoários são organismos sésseis quando adultos e se desenvolvem em condições adversas quando comparados aos terrestres.

Figura 16. Seres vivos marinhos. Fontes:

<http://2.bp.blogspot.com/-hBkol8uY2lQ/TdceV1aK8zI/AAAAAAAAACQ/UkvArtDMCec/s1600/esponjas-marinhas.jpg>;

<https://i.pinimg.com/originals/19/28/2a/19282af1414636462d7723411ad9514c.jpg>

O primeiro organismo vivo apareceu nos mares por volta de 3500 milhões de anos atrás, e como resultado, esses organismos ter sofrido no mais longo período evolucionário. A evolução e sobrevivência destas espécies resultou em organismos que produzem substâncias únicas com funções ecológicas diversas. O estudo das substâncias químicas produzidas pelas espécies marinhas é uma ferramenta fundamental para a compreensão da evolução da manutenção das comunidades marinhas nos diferentes oceanos. Apesar dos estudos em ecologia química terrestre já terem sido bastante explorados, somente no início dos anos 80 é que o papel ecológico de substâncias orgânicas produzidas no ambiente marinho começou a ser desvendado. Já existem várias comprovações experimentais de que pequenas moléculas orgânicas são importantes na sobrevivência das espécies estudadas. Algumas das atividades mais comumente atribuídas aos produtos naturais marinhos são as de mediação na reprodução, de defesa contra potenciais predadores, patógenos, bioincrustação ou competidores de substrato. Somente na última década é

que estas funções ecológicas começaram a ser comprovadas experimentalmente, inclusive por pesquisadores brasileiros, revelando papéis importantes na estruturação dos ecossistemas e dando origem a outras hipóteses envolvendo o papel de metabólitos secundários afetando a biodiversidade.

Além disso, mundo dos oceanos é um vasto reservatório de íons haletos dissolvidos. A concentração de íons haletos no oceano é aproximadamente 0,5 M de íons cloreto, 1 mM de íons brometo e 1 μ M de íons iodeto. Talvez não seja surpresa, então, que muito animais marinhos tenham incorporado átomos halogênicos nas estruturas de seus metabolismos. Os organismos que se utilizam dessas moléculas utilizam como mecanismo de defesa contra predadores ou inibir o crescimento de organismos competidores. Para os seres humanos, esta vasta fonte de produtos naturais marinhos oferece uma enorme fonte potencial de novos agentes terapêuticos. O halomon (figura17), por exemplo, é utilizado em avaliação pré-clínica de um agente de citosina (são substâncias orgânicas que são capazes de modular a resposta celular de diversas células, incluindo dela própria) em certos tipos de células tumorais.

Figura 17. Estrutura molecular o halomon.

No entanto, ainda são poucas as informações, documentadas em artigos científicos, sobre as substâncias isoladas e a atividade biológica de produtos naturais de organismos marinhos coletados ao longo dos 7500 km de litoral brasileiro. As poucas informações existentes sobre a química desses organismos, muitos dos quais são espécies endêmicas, indicam um grande potencial de pesquisa para a área no Brasil.

10 atitudes que você pode tomar para salvar os oceanos

Os oceanos são fonte de vida abrigando uma vasta parcela da biodiversidade e fornecendo recursos naturais preciosos para a sobrevivência de comunidades costeiras. Todavia, a super exploração dos biomas marinhos, a gestão inadequada do lixo e esgoto e padrões produtivos altamente poluentes ameaçam a saúde dos mares. Atualmente, cerca de 40% dos oceanos são considerados densamente alterados por ações do homem. A ONU propõem dez atitudes que cada um de nós pode tomar para ajudar a reverter esse cenário:

1. Pare de beber água em garrafas de plástico.
2. Não jogue bitucas de cigarro na rua.
3. Faça escolhas mais conscientes quando comer frutos do mar.
4. Diminua sua pegada de carbono.
5. Não use copos, talheres nem canudos descartáveis feitos de plástico.
6. Seja um consumidor informado.
7. Organize um mutirão de limpeza na praia.
8. Evite embalagens e sacos plásticos.
9. Cuide do seu animal doméstico com responsabilidade.
10. Apoie uma organização que proteja a vida marinha.

Fonte:
<http://www.ihu.unisinos.br/78-noticias/574947-10-atitudes-que-voce-pode-tomar-para-salvar-os-oceanos>.

Alho e enxofre

O odor de todos esses condimentos baseia-se no mesmo elemento, o enxofre (S). O surpreendente é que, em muitos casos, os compostos responsáveis pelo odor não existem nas plantas intactas e são biossintetizados enquanto elas estão sendo picadas, trituradas ou fritas. Um dente de alho, por exemplo, por si só não tem o odor característico, e as cebolas intactas não têm cheiro nem fazem lacrimejar. Quando esmagamos os dentes de alho, a enzima alinase é liberada e converte os sulfóxidos precursores em ácidos sulfênicos.

a

aliina

allinase

ácido alilsulfénico

dehidroalanina

b

2

ácido alilsulfénico

alicina

H_2O

A alicina, por exemplo, é um poderoso agente bactericida. Antes de os modernos antibióticos serem conhecidos, eram utilizadas infusões de alho no tratamento de tifo, cólera, disenteria e tuberculose. É possível que a planta use estes compostos como agentes químicos contra organismos invasores. Na China, uma redução significativa dos casos de câncer gástrico tem sido associada ao consumo de alho, o qual reduz os níveis de colesterol, possui propriedades cardiovasculares e inibe a agregação de plaquetas. Um dos efeitos “negativos” mais notáveis do alho é o mau hálito, oriundo dos pulmões através do sangue, e não, como se imagina, de restos de alho deixado na boca. Na verdade, compostos do alho podem ser encontrados na urina três ou quatro dias depois da sua ingestão. A alicina é rapidamente absorvida pela pele (uma propriedade compartilhada com o dimetil-sulfóxido). Assim, tem-se afirmado que, quando se esfrega alho na sola do pé, é possível sentir o gosto do alho na boca.

Os produtos naturais isolados de microorganismos, de uma forma geral, têm uma importância sem precedentes não só como medicamentos (exemplo antibióticos), mas, principalmente como agroquímicos menos danosos à saúde humana. Os países desenvolvidos consomem cerca de 60 a 70% de produtos herbicidas na proteção de suas agriculturas. Só nos EUA, o mercado de herbicidas está estimado em cerca de 4 bilhões de dólares anuais. Este dado, aliado ao fato de uma tomada de consciência das políticas públicas locais, sobre os malefícios dos herbicidas poluentes (derivados clorados e fosfatados), colocam a pesquisa com microorganismos na agenda da pesquisa de PN brasileira. Recentemente, pesquisa neste tema vem sendo explorada por diversos grupos de Produtos Naturais espalhados no país. Uma das propriedades mais importantes dos microorganismos, em especial dos fungos, está associada à sua capacidade metabólica de produzir uma grande diversidade de micromoléculas bioativas.

Em 1994, dos vinte medicamentos mais vendidos, representando um mercado de aproximadamente 6,7 bilhões de dólares, seis deles, foram obtidos in natura ou por transformação química de metabólitos provenientes de fungos. Dentre os medicamentos de maior repercussão terapêutica para doenças infecciosas destacam-se os antibióticos penicilinas (4) e cefalosporinas (5) como os exemplos mais conhecidos de produtos de fungos. Recentemente, muitas substâncias com outras atividades farmacológicas foram produzidas a partir de metabólitos de fungos. Um exemplo notável é a mevinolina (6) (mevacor = lovastatina), um agente redutor de colesterol, detentor de um mercado mundial em torno de US\$1 bilhão por ano.

A utilização de produtos obtidos de fungos no controle biológico da agricultura vem crescendo de maneira marcante. Destacam-se desse processo a utilização de certos fungos como microbicidas, micoinseticidas ou micoparasitas.

Química em Ação.

A Descoberta do Medicamento Mais Usado no Mundo

Em 1763, o reverendo inglês Edmund Stone deu o primeiro passo em direção à descoberta de um dos medicamentos mais usados atualmente. Ele adotou que a casca de salgueiro (figura 21) propiciava um tratamento efetivo para pacientes que sofriam Atenção um determinado tipo de febre e de calafrios.

Figura 21. O salgueiro, do gênero *Salix*, popularmente conhecido como "chorão". Fonte: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b8/Willow.jpg>

Para Stone, a explicação para o efeito da casca do salgueiro era muito simples. Segundo ele "os remédios muitos males naturais estão sempre situados próximos às suas causas". De fato, o salgueiro cresce nas mesmas regiões úmidas onde se pode adquirir a febre que pode ser tratada com a sua casca. Mas o uso da casca do salgueiro não se iniciará dessa data. No Egito Antigo, combatiam-se inflamações com um extrato obtido da casca do salgueiro. Em 400 a.C Hipócrates, conhecido como o pai da Medicina, recomendava o mesmo tratamento. Cinquenta anos após a descoberta de Stone, o ingrediente ativo da casca de salgueiro foi isolado e denominado *salicina* –derivada da palavra latina *salix* que quer dizer salgueiro. Cinquenta anos mais tarde elaboraram uma síntese econômica de produção do produto para torna-lo disponível. Nessa época do composto era conhecido como *ácido salicílico*, uma vez que suas soluções aquosas saturadas são muito ácidas (pH = 2,4). No final do século XIX, o ácido salicílico era usado para tratar febre reumática, gota e artrite. Muitos pacientes tratados com essa droga se queixavam de irritação estomacal crônica, causada pela acidez das elevadas doses (6 g a 8 g por dia) necessária para aliviar os sintomas dessas doenças. Como o seu pai ácido

era um desses pacientes, o químico alemão, Felix Hoffman pesquisou um derivado do ácido salicílico que fosse menos ácido. Em 1898, Hoffman relatou que o éster acetílico do ácido salicílico (ácido acetilsalicílico) era mais efetivo e, ao mesmo tempo, mais bem tolerado pelo organismo. Ele denominou esse composto *aspirina*, utilizando o prefixo *a*, do nome acetil, e *spirin*, da palavra alemã empregada para o composto original obtido do salgueiro, *spirsäure*.

Figure 12. A estrutura molecular do ácido acetilsalicílico. Fontes:

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/67/Aspirin-skeletal.svg/220px-Aspirin-skeletal.svg.png>;

<https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=VqARALG%2b&id=8128B2CBC68AE02E120D0E2646B40D2A4ECA1A8&thid=OIP.VqARALGjviGgZ3XpWSQLGHaFt&mediaurl=https%3a%2f%2fcdn1.medicalnewstoday.com%2fcontent%2fimages%2farticles%2f317%2f317868%2ftwoaspirintablets.jpg&exph=848&expw=1100&q=aspirina+comprimido&simid=608008880154150256&selectedIndex=25&ajaxhist=0>

Em 1899, a Bayer patenteia a aspirina para o combate às dores (analgésico – aliviam a dor sem reduzir a sensibilidade ou consciência), à febre (antipirético – reduzem a temperatura corporal quando está elevada) e às inflamações (anti-inflamatório – combatem inchaço ou inflamação das juntas, da pele e dos olhos). Esse foi o primeiro medicamento a ser testado clinicamente, antes de seu lançamento.

Atenção

A automedicação, isto é, o consumo de medicamentos sem orientação médica, é uma atitude extremamente perigosa a saúde. **JAMAIS SE AUTOMEDIQUE!**

Química em Ação

O Mercado das Plantas Medicinais e a Biopirataria.

A utilização de plantas medicinais pela humanidade é tão antiga quanto a história do homem. O processo de evolução da chamada arte da cura se deu de forma empírica, em processos de descobertas por tentativas, de erros e acertos. Há indícios de que desde o período Paleolítico o homem já observava a natureza e extrair dela seus recursos. Contudo, por muitos séculos a medicina a confundiu com práticas de magia, misticismo e rituais. As plantas medicinais constituíam parte das muitas mercadorias que impulsionaram o comércio nas regiões da Europa, Ásia e Oriente Médio, por volta de 2 séculos a.C. No Ocidente, a utilização medicinal dessas plantas vem desde o apogeu da Grécia antiga, quando muitos filósofos escreveram acerca do tema, dentre estes Hipócrates. No Brasil, tal prática é bastante difundida entre os nossos índios, que possuem o conhecimento de toda a flora medicinal e normalmente realizam as atividades de cura através do pajé, em meio a rituais ricos em elementos mágicos e místicos, refletindo seu entrosamento com a natureza. O Brasil é o país de maior diversidade biológica do mundo. Estima-se que detemos entre 15 a 20% de toda a biodiversidade do planeta. Só a Amazônia detém 26% das florestas tropicais remanescentes no mundo. A procura pelas plantas medicinais como uma nova fonte de utilização e comércio tem aumentado a cada dia por ser mais econômica, na maioria das vezes mais eficaz e com efeitos colaterais menores do que os de remédios sintéticos. O valor dos produtos naturais para a sociedade e para a economia dos estados e municípios é incalculável. Um em cada quatro produtos vendidos nas farmácias é fabricado a partir de materiais extraídos de plantas das florestas tropicais ou de estruturas químicas derivadas desses vegetais. As indústrias farmacêuticas buscam tais recursos no Brasil, tanto porque o país possui enorme diversidade de recursos naturais como porque tal empreendimento é sempre lucrativo, devido à grande procura que há entre os consumidores brasileiros e estrangeiros. O único recurso terapêutico de parcela da população brasileira e de mais de 2/3 da população do planeta, o mercado mundial de fitoterápicos movimentava cerca de US\$ 22 bilhões por ano e vem seduzindo a s.

cada ano mais adeptos nos países desenvolvidos. Em 2000, o setor faturou US\$ 6,6 bilhões nos EUA e US\$ 8,5 bilhões na Europa, sendo a Alemanha, de longe, o maior mercado mundial de fitoterápicos. O extrato padronizado de *Ginkgo biloba* é hoje um dos fitoterápicos mais vendidos no mundo e no Brasil.

Figura 23. *Ginkgo biloba*. Fonte:

http://2.bp.blogspot.com/-sn51MQphLig/TthskOHbell/AAAAAAAAAGQ/2MmmngsbBis/s1600/China_Ginkgo_Bilo.jpg

A balança comercial brasileira é altamente deficitária neste item. O país exporta cerca de US\$ 7 milhões. em extratos vegetais de alcaçuz, alôes, bardana, catuaba, ipeca e quina. Por outro lado, importa uma quantidade considerável de hormônios esteroidais, produtos cosméticos de fonte natural, verdadeiro contra-senso para uma nação que possui uma das maiores populações vegetais do planeta. Um problema grave na comercialização de fitoterápicos no Brasil ou a possibilidade de exportação é a falta do status de medicamento ético que lhe garanta eficácia, segurança e qualidade, padrões estes mensurados em bases científicas para a segurança do usuário. A natureza, de forma geral, tem produzido a maioria das substâncias orgânicas conhecidas. Dentre os diversos reinos da natureza, o reino vegetal é o que tem contribuído de forma mais significativa para o fornecimento de metabólitos secundários, muitos destes de grande valor agregado devido às suas aplicações como medicamento, cosméticos, alimentos e agroquímicos. Muitas dessas substâncias constituem-se, sobretudo, em modelos para o desenvolvimento de medicamentos sintéticos modernos, tais como procaina, figura 24, que é utilizado como anestésico local mais conhecido como novocaína ou novacaína (do latim "Novus" (novo) mais "caine" como na "cocaína" sintetizado em 1905 pelo químico alemão Alfred Einhorn).

Figura 24. Estrutura molecular da procaina. Fonte:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/21/Procaine_Structural_Formulae.png

Nossa legislação ainda se mostra tímida e ineficaz em relação à exploração comercial que ocorre no território nacional, abrindo um vasto caminho para a prática da biopirataria. Não existe uma definição clara para a biopirataria, mas o termo está associado, principalmente, a empresas e instituições de pesquisas que exploram ilegalmente plantas e animais e os conhecimentos de comunidades tradicionais. A partir desse processo, elas elaboram novos produtos e passam a deter, por meio de patentes, toda a renda da comercialização. A ação dos "biopiratas" é facilitada pela ausência de uma legislação que defina as regras de usos dos recursos naturais brasileiros. Não temos consciência da grande riqueza de fauna e flora que possuímos, e desconhecemos uma maneira adequada de lucrarmos com tais riquezas. Dessa forma, é preciso criar condições para que a diversidade de recursos seja um aliado ao nosso desenvolvimento, mas o que se percebe é que o Brasil sempre teve sua margem de cultura e crescimento aliado à exploração de seus recursos desde o Descobrimento. É preciso proteger o meio ambiente, porém não se pode esquecer que o homem necessita de certos recursos naturais para assegurar qualidade de vida, e isso significa usufruir de maneira adequada dos recursos ambientais, proporcionando equilíbrio ao meio ambiente.

Química em Ação

Corantes Naturais, Cultura Indígena e Cosméticos.

Nas sociedades indígenas, até hoje, a pintura corporal tem grande importância e seu significado é muito amplo, podendo ir da simples expressão de beleza e erotismo à indicação de preparação para a guerra, ou, até mesmo, como uma das formas de aplacar a ira dos demônios. Além de protegerem o corpo dos raios solares e das picadas de insetos, a ornamentação corporal é como se fosse uma segunda pele" do indivíduo: a social em substituição à biológica. O padrão da pintura e sua localização no corpo revelam o "status" de seu detentor naquela sociedade.

Figura 25. Índios pintados com desenhos em formas geométricas. Fonte:

http://3.bp.blogspot.com/-8mXEBLEgsY/UC7kPlQDqbl/AAAAAAAAABQk/x_QPU3ADhuo/s1600/indio+pintados.jpg

Estes desenhos, além de servirem para identificar o grupo social ao qual pertencem, são uma maneira de uni-los aos espíritos, aos quais creditam sua felicidade. A tinta usada por esses índios é preparada com sementes de urucum, que se colhe nos meses de maio e junho. Pinturas com urucum são feitas pelos indígenas, desde tempos muito remotos, que habitavam do México até o Paraguai, incluindo América Central e Antilhas. O urucum é usado também para colorir manteiga, margarina, queijos, doces e pescado defumado, e o seu corante principal – a bixina – em óleos de bronzeamento para a pele e absorção dos raios ultravioletas. O outro corante muito usado pelos indígenas é obtido da seiva do fruto do jenipapo. As tatuagens de cores pretas usadas pelos índios que tanto impressionaram os colonizadores, feitas com esta rubiácea, cujo nome botânico é *Genipa americana* devem-se ao iridoide conhecido como genipina.

Figura 26. O jenipapo (*Genipa americana*).

Fonte:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/52/Genipa_americana_L._._Flickr_-_Alex_Popovkin%2C_Bahia%2C_Brazil_%281%29.jpg

Figure 27. Estrutura Molecular da genipina.

Fonte:

<http://www.abq.org.br/cbq/2016/trabalhos/6/imagens/9220-3be39d46ea.jpg>

Nas sociedades modernas, pintar o rosto e rostos e cabelos pintados com as cores de os cabelos é um ato que cada vez ganha mais seus clubes, num espetáculo de rara beleza adeptos, deixando de ser coisa de jovens. A moda surgida espontaneamente é exóticos. O mercado de cosméticos lança saudável, as antes que seus filhos ou você todos os anos novos corantes de cabelo. A palavra *cosmético* deriva da palavra grega *kosmetikós*, que significa "hábil em adornar". Para pintem os rostos assegure-se se os corantes se ter uma ideia, em 2011, o setor de higiene que vão utilizar são permitidos pela legislação pessoal, perfumaria e cosméticos, no qual e inofensivos a saúde. estão inseridas as tinturas capilares, faturou R\$ 29,4 bilhões, que corresponde a 1,7% do PIB brasileiro, segundo a Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (ABIHPEC).

Curiosidades (1)

- A história dos medicamentos anticâncer está intimamente relacionada aos produtos naturais, sendo que mais de 60% dos medicamentos utilizados tem em alguma instância sua origem relacionada a uma fonte natural;
- O *Ginkgo biloba* utilizado no controle de problemas vasculares cerebrais, de memória e com propriedades neuroprotetoras ilustra um exemplo de fitoterápico de sucesso.
- Do extrato da erva-de-São-João (*Hypericum perforatum*), foi isolada a hipericina utilizada como antidepressivo.
- Quando Portugal começou a perder suas fontes de especiarias, na Índia e na Ásia, que foram passando para as mãos de ingleses e holandeses, iniciou-se no Brasil a corrida às especiarias do sertão – canela, baunilha, cravo, anil, raízes aromáticas, urucum, puxurí, salsa, sementes oleaginosas, madeiras etc... Em 1793, só de anil, foram exportadas 1400 arrobas para Portugal.
- Na Idade Média no século VII, a civilização árabe trouxe importantes contribuições à medicina natural. A ela deve-se o emprego dos purgativos vegetais e o conhecimento do sabor doce da urina dos diabéticos.

Construa o seu próprio vocabulário.

Curiosidades (2)

- Existem evidências arqueológicas do uso de cosméticos para embelezamento e higiene pessoal desde 4000 anos antes de Cristo. Os primeiros registros tratam dos egípcios, que pintavam os olhos com sais de antimônio para evitar a contaminação direta do deus Ra, representado pelo Sol.
- Os gregos e romanos foram os primeiros povos a produzir sabões, que eram preparados a partir de extratos vegetais muito comuns no Mediterrâneo, como o azeite de oliva e o óleo de pinho, e também a partir de minerais alcalinos obtidos a partir da moagem de rochas.
- Nas últimas décadas, houve um aumento expressivo no mercado mundial dos fitomedicamentos, especialmente nos países industrializados, cujo mercado mundial atinge mais de US\$ 20 bilhões anuais no ano de 2003.

Bibliografia

- ALMEIDA, M. R.; MARTINEZ, S. T.; PINTO, A. C. Química de Produtos Naturais: Plantas que Testemunham Histórias. *Revista Virtual de Química*, Rio de Janeiro, v. IX, n. 3, p. 1117-1153, jun 2017.
- BOLZANI, V. S.; VIEGAS JR, C.; BARREIRO, E. J. Os Produtos Naturais e a Química Medicinal Moderna. *Química Nova*, v. XXIX, n. 2, p. 326-337, jan 2006.
- COSTA-LOTUFO, L. V. et al. A Contribuição dos Produtos Naturais como Fonte de Novos Fármacos Anticâncer: Estudos no Laboratório Nacional de Oncologia Experimental da Universidade Federal do Ceará. *Revista Virtual de Química*, Fortaleza, v. II, n. 1, p. 47-58, jan-mar 2010.
- FELIPE, L. O.; BICAS, J. L. Terpenos, Aromas e a Química dos Compostos Naturais. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. XXXIX, n. 2, p. 120-130, maio 2017.
- GALEMBECK, F. C. Y. Cosméticos: a química da beleza. *A Graça da Química*. Disponível em: <<http://old.agracadaquimica.com.br/quimica/arealegal/outros/175.pdf>>. Acesso em: 27 ago 2018.
- MACIEL, M. A. M. et al. Plantas Medicinais: A Necessidade de Estudos Multidisciplinares. *Química Nova*, São Paulo, maio 2002. 429-438.
- PERUZZO, F. M.; DO CANTO, E. L. *Química na abordagem do cotidiano*. 4ª. ed. São Paulo: Moderna, v. iii, 2006.
- PINTO, A. C. O Brasil dos viajantes e dos exploradores e a química dos produtos naturais brasileira, 1995. Disponível em: <http://quimicanova.sbfq.org.br/imagebank/pdf/Vol18No6_608_v18_n6_16.pdf>. Acesso em: 10 jul 2018.
- PINTO, A. C. et al. Produtos Naturais: Aualidade, Desafios e Perspectivas. *Química Nova*, São Paulo, v. XXV, n. Supl. 1, p. 46-61, maio 2002.

Texto 2. A Poesia da Fermentação e a Produção de Bebidas Alcoólicas.

Nesta edição

- 1 Poesia da Produção
- 2 Chápeus, Garrafas e Rolhas.
- 3 Monges, Viúvas e Radicais.
- 4 Duas Jarras, Quatro Pães.
- 5 Pinga, arde e alegre; A vez dos destilados
- 6 Química em Ação—A fabricação do vinho e a produção no Brasil; Curiosidades.
- 7 Química em Ação – Vinho e benefícios para a sua saúde; Curiosidades.
- 8 Cerveja: Química, História e Economia; Curiosidades.
- 9 Química em Ação – As bebidas alcoólicas e os riscos que ela representam.
- 10 Construa o seu próprio vocabulário; Bibliografia.

O Estudo das Funções Orgânicas:

Álcool, Fenol e Enol

Data do boletim

Poesia da Produção

A história da produção de vinho acompanha o desenvolvimento das civilizações. Acredita-se que o vinho era produzido na Mesopotâmia cerca de 6000 a.C – Cleópatra, por exemplo, gostava muito de vinho feito de tâmaras. A colonização pelos romanos espalhou a fabricação pelo Mediterrâneo, fazendo com que fosse consumido em toda a Europa, já em 1000 a.C.

Figura 1. Os habitantes do antigo Egito ficavam maravilhados com o sabor e os efeitos de um suco de frutas deixado no ar. A alegria e o prazer que sentiam – e que não entendiam – só poderia ser uma dádiva dos deuses para amenizar as agruras da vida na Terra. Fonte:

<https://www.roteirodovinho.com.br/noticias/conheca-a-historia-do-vinho-mt0al>

Figura 2. Cerca de 90.000 imigrantes italianos chegaram a Serra Gaúcha entre os anos de 1875 e 1914, se estabelecendo em cidades como Garibaldi, Bento Gonçalves e Caxias do Sul. Fonte:

<https://www.clubedosvinhos.com.br/a-trajetoria-do-vinho-no-brasil/>

Chegou até a América do Sul em 1600, sendo Argentina e Chile os maiores produtores. Para o Brasil, as primeiras vinhas foram trazidas pelos imigrantes italianos que viera trabalhar nas lavouras de café (figura 2). O vinho representa para eles o elo com as tradições e a força para continuar lutando. A fabricação do vinho é a química mais poética que se conhece. Os vinhedos devem receber o Sol pela e uma leve brisa à tarde, para que as uvas amadureçam, evitando a prolongação de fungos. A colheita deve ocorrer nas primeiras horas da manhã quando ainda cobertas de orvalho. O momento correto é quando toda a sacarose (outro tipo de açúcar) estiver transformada em glicose e frutose (tipos de açúcares). A poesia continua: as uvas devem ser esmagadas – antigamente, eram pisadas – e a seguir, fermentadas em adegas ventiladas, com o vento soprando para fora, levando consigo as contaminações do ar. No passado, a fermentação ocorria por conta das leveduras da casca, e só a partir do século 19 passou-se a selecionar as melhores cepas de cada região. O solo, o clima e a quantidade de chuva influência, a qualidade da uva.

Chapéus, Garrafas e Rolhas.

Figura 4. A bactéria *Acetobacter aceti*.

Fonte:

<https://images.fineartamerica.com/images/artworkimages/mediumlarge/1/1-acetobacter-aceti-bacteria-scimat.jpg>

Figura 5. *Drosophila sp.* Fonte:

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/2/22/Drosophila.jpg/240px-Drosophila.jpg>

O vinho branco é obtido de uvas brancas ou de vermelhas fermentadas em ausência de casca. Artesanalmente, a fermentação era observada pelo 'chapéu' que se formava no barril (figura 3). As bolhas de gás carbônico (CO₂), resultantes da fermentação intensa, levantam as cascas, as sementes e os pecíolos (talo), formando uma camada grossa e rígida que, segundo se conta, poderia aguentar o peso de um homem. Essa camada mantém a ausência de oxigênio (anaerobiose) do meio, garantindo que a levedura não desenvolva suas mitocôndrias ('fabricas' celulares de energia) e venha a respirar o etanol formado. Sabe-se que a fermentação termina quando o 'chapéu' submerge.

Os vinhos de mesa contêm 12% de álcool – ou seja, para cada 100 mL da bebida, 12 mL são de álcool. Para a obtenção de vinhos fortificados, como Madeira, Porto, Sherry, entre outros, a fermentação é sustentada antes do esgotamento total do açúcar, e adiciona-se a uma aguardente de uva até obter 18% de álcool. Alguns como os vermouths, ainda são acrescidos de um macerado de ervas amargas. Inicialmente, a principal preocupação de cada produtor era se livrar do produto o quanto antes, pois ele era altamente instável. O vinho rapidamente se transforma em vinagre por ação da bactéria *Acetobacter aceti* (figura 4), que, trazidas pelas moscas *Drosophila sp* (figura 5), tem a capacidade de fermentar o etanol em ácido acético (vinagre), em presença do oxigênio do ar.

Portanto, a grande contribuição do século 17 ao vinho foi a invenção da garrafa e rolha de vidro – anos depois, surgiram as rolhas de cortiça e o saca-rolhas. Ainda assim, os vinhos azedavam por conta da flora bacteriana das uvas. Coube a Pasteur, em 1862, apresentar a solução para o problema: a pasteurização, ou seja, o aquecimento das garrafas arrolhadas em banho maria – hoje, o aquecimento é feito, sob pressão, em fornos especiais (autoclaves). O vinho, assim como o ser humano, quando envelhece, se for ruim, azeda, se for bom, enobrece.

Processo de fermentação e formação do chapéu

Figura 3. Formação do chapéu onde será produzido o etanol no processo de fermentação. Fonte: <http://slideplayer.com.br/slide/3692152/17/images/16/13+FERMENTAÇÃO+Leveduras+selecionadas+temperatura:+25+a+30°C.jpg> ; <https://kaiserscience.files.wordpress.com/2015/06/ethanol.jpg>.

Monges, Viúvas e Radicais.

Figura 6. Amostragem de uma boa safra obra do italiano Alessandro Sani (1856 – 1927).
Fonte:

<https://www.christies.com/lotfinder/paintings/circle-of-alessandro-sani-sampling-a-good-5488766-details.aspx>

Figura 7. Nicole Clicquot, a grande dama do champagne.

Fonte: https://r.lvmh-static.com/uploads/2014/10/veuvecliquot_iconedn-1096x1248.jpg

Monges (sobretudo os beneditinos), com sua paciência e seu tempo, em muito melhoraram a arte de elaborar vinho (figura 6). Nos mosteiros e nas igrejas, durante as missas, eram consumidos os melhores vinhos. O padre Pierre Perignon (1638 – 1715), monge da abadia de Hautvilliers, na região de Champagne (França), apesar de abstinência, conseguiu aperfeiçoar a produção de vinho branco e a partir da uva vermelha Pinot Noir. Ele ia todos os dias, de madrugada, escolher as uvas a serem colhidas. Ainda assim, passaram-se 100 anos até conseguirem tornar-se vinho espumante. Era preciso aumentar a concentração de açúcar e permitir uma segunda fermentação, dentro da garrafa. Só que esses recipientes não aguentavam a pressão do gás carbônico e explodiam. Em meados do século 18, os fundos das garrafas foram modificados, assim como a maneira de prender a rolha ao gargalho. Permanecia ainda o problema da borra que

turvava o vinho. Mesmo assim, naquela época frívola, nos jantares só homens, grande parte do divertimento consistia em cortar o barbante da rolha e borrifar as “damas da noite” com a espuma. Em toda a história do vinho, apenas uma mulher ficou famosa – e isso por aperfeiçoar a tecnologia do champagne. Nicole Clicquot (1777 – 1866), figura 7, jovem viúva francesa, introduziu o processo de remuage, que consiste em deixar as garrafas inclinadas, girando muito lentamente, para concentrar a borra na rolha, que então é trocada, ao final de um ano. Mesmo com essa inovação, ela perdeu 80% de sua produção, em 1828. O problema estava em acertar a quantidade de açúcar necessária para a segunda fermentação, para produzir um vinho espumante que a garrafa suportasse. Coube a um químico alemão, em 1836, inventar o sacarímetro, que permite determinar a concentração de açúcar em uma solução. As

cascas de uva – sobretudo, das vermelhas – contêm cerca de 20 tipos diferentes de **polifenóis**, moléculas que têm atividade antioxidante, ou seja, bloqueiam a ação danosa dos radicais livres (por exemplo, oxigênio) no organismo. Uma dessas moléculas, o resveratrol, figura 8, segundo pesquisas recentes, tem a capacidade de proteger contra doenças cardiovasculares, contra o diabetes, contra certos tipos de câncer e contra o envenenamento das células, reduzindo significativamente o teor de radicais livres. No Brasil, saborear um vinho é um hábito recente – saber combinar as características do vinho, acidez, teor de taninos e o teor de açúcar, com o sabor de iguaria é uma verdadeira arte. Por aqui, ainda prevalece o consumo de vinhos importados. Segundo dados da União Brasileira de Vitivinicultura (Unibra), o consumo é de apenas dois litros por pessoa em um ano, enquanto, na Europa, atinge 60 litros por pessoa em um ano.

Figura 8. Fórmula molecular do resveratrol. Fonte: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/09/Resveratrol.png>

Duas Jarras, quatro pães

A cerveja é uma bebida fermentada. Difere do vinho pelo substrato contido na matéria prima: amido e não sacarose. Essa diferença exige uma modificação na tecnologia que antecede a fermentação. O amido tem que ser hidrolisado, ou seja, precisa ser decomposto (no caso, pela ação de enzimas) em seus componentes principais, maltose e glicose. Isso deve ser feito para que as células de levedura possam usar o amido e transformá-lo em álcool – já que elas não têm amilases (enzimas que ‘quebram’ a molécula de amido).

A história da cerveja nos leva ao tempo dos faraós, que pagavam, com duas jarras e quatro pães, o trabalho árduo dos escravos na construção das pirâmides. Cada povo usou o cereal predominante no seu país. Os babilônios (figura 9) e egípcios empregavam a cevada; os chineses, o

arroz, e na Europa predominava o uso da aveia. Os índios da América usavam o milho, que mascavam antes de colocá-los nos jarros de fermentação – assim a enzima, ptialina, presente na saliva, já encarregava de degradar o amido dos açúcares fermentáveis. Foram os babilônios os primeiros a adicionar a flor de lúpulo, que dá o sabor amargo da cerveja. Como no caso do vinho, a fermentação ocorria por conta das leveduras do ar. A primeira cepa foi isolada e purificada pelo microbiólogo dinamarquês Emil Christian Hansen (1842 – 1909), em Carlsberg (Dinamarca), em 1883, e recebeu o nome *Saccharomyces carlsbergensis*. Atualmente, uma fabricação típica de cerveja consiste em utilizar cevada e permitir que os grãos germinem, o que dá ao malte, que contém as amilases. A seguir a temperatura é elevada a

65°C, para que ocorra a sacarificação, ou seja a transformação de amido em maltose e glicose. Com isso, obtém-se o mosto, que é então fervido, para a inativação das enzimas e, após o resfriamento e a filtração, são adicionados o lúpulo e a levedura, para que possa ocorrer a fermentação. O teor alcoólico obtido no final do processo é de 4% a 5%. A fase de maturação da bebida varia de quatro a 40 dias, quando então é engarrafada e pasteurizada – o chope e a cerveja que não sofreu maturação. Atualmente, existem mais de 25 mil cervejas diferentes produzidas em mais de 5 mil cervejarias diferentes, não incluindo as artesanais como mostrado na tabela 1. No Brasil, o consumo de cerveja em crescendo, tendo atingido, em 2007, 50 litros por pessoa no ano.

Figura 9. Impressão de um selo cilíndrico sumério do período da Dinastia precoce IIIa (2600 a.C.). As pessoas que bebem cerveja são representadas na fila superior. O hábito de beber cerveja juntos de um grande navio usando longos caules saiu de moda após o declínio da cultura suméria no 2º milênio a.C. Fonte: https://cdli.ucla.edu/pubs/cdlj/2012/cdlj2012_002.html

Tipos de cerveja	Origem	Coloração	Teor Alcoólico	Fermentação
Pilsen	Alemanha	Clara	Médio	Baixa
Dortmunder	Alemanha	Clara	Médio	Baixa
Stout	Inglaterra	Escuro	Alto	Geralmente baixa
Poter	Inglaterra	Escuro	Alto	Alta ou baixa
Weissbier	Alemanha	Clara	Médio	Alta
München	Alemanha	Escuro	Médio	Baixa
Bock	Alemanha	Escuro	Alto	Baixa
Malzbier	Alemanha	Escuro	Alto	Baixa
Ale	Inglaterra	Clara e avermelhada	Médio ou alto	Alta
Ice	Canadá	clara	Alto	Baixa

Tabela 1. Classificação dos tipos de cerveja. Fonte: <https://ianalitica.com.br/wp-content/uploads/2016/01/CLASSIFICAÇÃO-DE-CERVEJAS-1024x570.jpg>

Pinga, arde e alegria

A cana-de-açúcar foi trazida para o Brasil, no século 17, pelos portugueses da ilha da Madeira. Aqui, os escravos faziam melado do caldo de cana, mexendo os tachos no fogo por longas horas. Conta-se que, um dia, cansados e com medo do feitor, esconderam o tacho em um pequeno galpão, antes de finalizar o melado. No dia seguinte, o caldo havia “desandado”, ou seja, fermentado. Como fazia calor, o álcool havia evaporado e pingava no teto – daí o nome pinga. Quando essa ‘água’ caía nas feridas causadas por chibatadas nas costas, ardia – logo, aguardente. Mas, quando caía na boca, era gostoso e deixava os escravos alegres e com vontade de dançar. Repetiram o processo e, com o tempo, começaram a destilar. A descoberta do ouro em Minas Gerais trouxe aventureiros, que nas noites frias, se aquecem com o destilado de cana (cachaça). Portugal sentiu-se incomodado, por ver reduzido o consumo de vinho do Porto e da bagaceira (aguardente da uva) e proibiu a fabricação da cachaça. A bebida tornou-se o símbolo da resistência ao domínio português e desempenhou papel importante ao movimento chamado Inconfidência Mineira. Hoje ainda, a cana é colhida manualmente e imediatamente moída. O bagaço é usado para aquecer a fornalha dos alambiques. O caldo fermentado, por 24 horas, tem baixa concentração alcoólica (8% a 10%) e é destilado até chegar a 38 ou a 45%. A boa cachaça é aquela que provém do ‘coração’ do destilado, desprezando-se a ‘cabeça’ e a ‘cauda’. A exportação vem aumentando a cada ano, eo consumo interno corresponde a 12 litros por pessoa ao ano. Mesmo tendo em mente as mais modernas tecnologias químicas e bioquímicas, considero a fabricação do pão e vinho – e, juntamente com este último, todas as bebidas alcoólicas – as obras primas das leveduras. Há milênios, as reações químicas dessa célula trazem, aos humanos, alimento, conforto e alegria de viver.

Figura 10. Moagem na Fazenda Cachoeira. Benedito Calixto, 1830. Fonte: <https://www.bahia.ws/engenho-de-acucar-no-brasil-colonial/>

A vez dos destilados

Além do vinho e da cerveja, que são bebidas fermentadas, de baixo teor alcoólico, existem as bebidas cujo álcool, obtido na fermentação é destilado.

Como exemplos, temos o uísque, o conhaque, a cachaça, a vodca, entre outras, que contêm entre 38% e 45% de álcool. O marco na produção desse tipo de bebida foi o processo de destilação, que surgiu na China, apenas no século 11. O sistema de condensação, por resfriamento, como nós conhecemos hoje, foi introduzido no século 16. A destilação do mosto deve eliminar o óleo fúsel, composto, entre outras substâncias, de álcoois e ácidos indesejáveis. Em tempo: quanto melhor o processo de destilação, tanto menor a ressaca do dia seguinte. Foram os da Escócia, que no século 15, aperfeiçoaram a produção de uísque a partir do malte. Essa bebida, na época, era usada para levantar o moral e curar gripes. Após a sacarinação, a fermentação e a destilação a 70%, o uísque é diluído a 40 – 45% e envelhecido em barris de carvalho. Quanto mais longa essa etapa, mais componentes da madeira são extraídos, contribuindo para formar o buquê da bebida, ou

seja, o conjunto de cor, sabor e odor. A vodca é um destilado obtido a partir de cereais – principalmente, cevada ou centeio – ou ainda da batata. A bebida parece ter surgido no século 15, mas não sabe ao certo na Rússia ou Polônia. O álcool é destilado e ‘purificado’ (ou seja, retificado), a alta temperatura, até a obtenção de um teor alcoólico de 90% e, a seguir, diluído na proporção 2:3, ou seja, 40%. Essa proporção foi determinada pelo russo Dmitri Mendeleiev (1834 – 1907), químico famoso pela organização da tabela periódica, em sua tese de doutorado sobre diluição de álcool, defendida em São Petersburgo, em 1865. Esse processo é mantido até hoje, o que faz com que a vodca seja muito pura e, como não é envelhecida, não se extraem dela compostos tóxicos da madeira. Atualmente, existem mais de 40 tipos de vodca, que variam segundo o número de vezes que são retificados. Alguns são aromatizados com ervas ou óleos de plantas.

Química em ação

Curiosidades

- A videira foi introduzida no Brasil por Martin Afonso de Souza, em 1932, na capitania de São Vicente, atual estado de São Paulo. Em seguida foi cultivada nas capitanias de Pernambuco e da Bahia. No sul, a expansão esteve relacionada à presença espanhola e aos imigrantes italianos, no final do império e início da república.
- O espaço rural brasileiro em sofrendo modificações não sendo o seu espaço ocupado, exclusivamente, na produção de alimentos ou extração da matéria prima. O enoturismo é a forma de como agricultores ligados à vitivinicultura (cultura do vinho) percebem na atividade turística uma nova opção de renda, resultando em novas frentes de trabalho não agrícolas, caracterizando a pluriatividade.
- No Rio Grande do Sul, as antigas colônias (casas onde as famílias de imigrantes italianos residiam) promovem a manutenção das práticas e costumes locais principalmente nas produções dos vinhos e na gastronomia na forma como são preparados e consumidos os alimentos. Assim o modo de vida, o patrimônio cultural e natural são preservados, constituído um espaço de lazer para os turistas e a manutenção ou aumento da renda familiar das famílias que reside nessas regiões.

A fabricação do vinho e a produção no Brasil.

O consumo do vinho teve início, aproximadamente, há 7.000 anos no Mediterrâneo. Conforme dados da União Brasileira de Viticultura (UVIBRA, 2012), a produção de uvas no Brasil em 2012 foi de 696.934.740 Kg. A comercialização no mercado interno de vinhos entre janeiro e maio de 2013 foi de 82.650.339 litros (UVIBRA, 2013). Segundo dados da Embrapa (2013), foram processados no ano de 2012, 830,92 milhões de quilos de uvas destinadas ao processamento, representando assim, 57,07% da produção nacional. A produção de vinho (figura 11) tinto foi de 175.875.432 litros e a produção de vinho branco foi de 34.938.249 litros (EMBRAPA, 2013). A maioria dos vinhos tem o sabor melhorado se armazenado por alguns anos, pois com o tempo, a acidez diminui várias substâncias pouco solúveis acabam precipitando e vários componentes formam complexos afetando o sabor e odor. O tempo e a forma de envelhecimento do vinho

dependem da variedade da uva, de seu processo de elaboração, do tipo e da estrutura do produto que se deseja, da safra e também da madeira utilizada no processo de envelhecimento, pois o vinho extrai componentes da madeira, assim, esses requisitos agregam valor ao vinho. A diferença do vinho branco e do vinho tinto, é que terminada a fermentação alcoólica, o vinho branco é separado da borra por meio da passagem para outro recipiente, separando o resíduo que fica no fundo do tanque e envelhecido em barris de carvalho, já o vinho tinto o envelhecimento pode ser feito em tanque de inox ou em barris de carvalho, esses barris são porosos e permitem a entrada de oxigênio e a saída de água e álcool.

Figura 11. O processo básico de produção do vinho. Fonte: <http://blog.vinumday.com.br/como-e-feito-o-vinho/>

Química em ação

Curiosidades

- Em todo o mundo 7,6 milhões de hectares são dedicados a vinhedos. Desse total, 13% se encontra na Espanha, a maior superfície de viticultura de um único país. Depois vêm China, França, Itália e Turquia.
- Quatro países produzem a metade do vinho do mundo e cinco países bebem a maior parte. Itália, França, Espanha e Estados Unidos lideram a produção mundial em 2017. Na lista dos principais consumidores, além da Itália, França e EUA estão a Alemanha e a China. O Brasil fica em décimo sétimo lugar.
- A China está se tornando um relevante produtor de vinho no mundo, já tendo ultrapassado os 5% da produção mundial, com aproximadamente 1,3 bilhão de garrafas de vinhos anuais.
- O consumo anual mundial beira os 25 bilhões de litros.
- Falando de calorias, os vinhos tintos são mais calóricos que os brancos. Vinhos tintos possuem 86 calorias, enquanto os vinhos brancos possuem 79 calorias.
- O grego Hipócrates (cerca de 450 a.C.), tido como o pai da medicina sistematizada, recomendava o vinho como desinfetante, medicamento, um veículo para outras drogas e parte de uma dieta saudável. Para ele, cada tipo de vinho teria uma diferente função medicinal.

Vinho e os benefícios para a sua saúde.

Conforme a composição do vinho, os principais constituintes são: água, etanol, açúcares, minerais (potássio, fósforo, magnésio, cálcio, sódio, silício, ferro, manganês, zinco, cobre, níquel, molibdênio, cromo, cobalto), vitaminas (ácido pantotênico, nicotinamida, vitamina B2, B6, biotina, ácido fólico), ácidos orgânicos (lático, tartárico, acético, málico entre outros), aminas bioativas (histamina, betafeniletilamina, tiramina), e traços de proteínas. Desde a antiguidade, o vinho apresenta-se intimamente ligado à evolução da medicina, desempenhando sempre um papel principal. Os primeiros praticantes da arte da cura, na maioria das vezes curandeiros ou religiosos, já empregavam o vinho como remédio. Papiros do Egito antigo e tábuas dos antigos Sumérios (cerca de 2200 a.C.) já traziam receitas baseadas em vinho, o que o torna a mais antiga prescrição médica documentada. Advindo muitas discussões sobre o consumo moderado de vinho e a inibição da incidência de doenças cardiovasculares (MAMEDE; PASTORE, 2004), estudos mostram que o vinho favorece o funcionamento do cérebro, beneficia os aparelhos digestivo e respiratório, estimula a produção de insulina, atua como agente anti-infeccioso e imunoestimulante, diminui os riscos de câncer e ainda retarda o envelhecimento, sendo considerado favorável ao organismo. Associado a uma alimentação saudável e uma boa qualidade de vida o consumo de vinho trás

benefícios a saúde sendo que um homem possa ingerir 30 g de álcool por dia e uma mulher 15 g de álcool. Em questão de teor alcoólico em geral, o vinho branco tem um pouco menos de álcool, que segundo os enólogos, ressalta todas as qualidades das bebidas, sendo: vinho branco de 11% a 12% e os tintos de 12% a 13%. Os polifenóis, componentes naturais, presentes no vinho tinto são subdivididos em duas categorias: os não flavonoides, que incluem o resveratrol; e os flavonoides, tais como a quercetina e a catequina (figura 12) os quais são derivados geralmente das sementes e da casca da uva. A quantidade de polifenóis no vinho tinto é maior (1000- 4000 mg/L) do que no vinho branco (200-300 mg/L), isso se deve a vários fatores entre eles a fabricação para obtenção do vinho. O resveratrol presente no vinho tinto pode reduzir os danos em lesões de reperfusão-isquêmica no coração e também no cérebro, observados em modelos experimentais de rato (o resveratrol por suas propriedades intrínsecas e sequestradoras de radicais livres). Flavonoides exercem uma potente ação antioxidante, atuam contra radicais livres, alergias, inflamações, úlceras, viroses, tumores e hepatotoxinas, na inibição da agregação plaquetária, reduzindo as cardiopatias e trombozes e na síntese de estrogênio – auxilia a prevenção de doenças cardiovasculares, pois regulam a permeabilidade capilar permitindo o fluxo constante de oxigênio e nutrientes essenciais; além de relaxarem os músculos do sistema cardiovascular através das ações hipotensoras; evitam a formação de coágulos; previnem a oxidação de LDL por radicais livres.

Figura 12 . Os flavonoides quercetina e catequina.
Fontes: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Quercetina>

Química em ação

Cerveja: Química, História e Economia.

A cerveja é basicamente elaborada pelos seguintes ingredientes: água, malte de cevada, lúpulo e fermento (levedura) figura 13. A cerveja para consumo é composta por 2 a 6% de extrato residual, 2 a 6% de etanol, 0,35 a 0,50% de dióxido de carbono e 90 a 95% de água. Esses valores variam conforme o tipo de cerveja produzido Tabela 2. Um litro de cerveja equivale: em carboidratos, a 150 g de pão; em proteínas, a 60 g de pão, 120 g de leite ou ainda 25 g de carne. O procedimento básico de formação de cerveja encontra-se na figura. As cervejas contêm vitaminas do complexo B, polifenóis, folatos, minerais, ácidos orgânicos e nucleicos. É fonte de nutrientes e fibras solúveis e não contém gordura. São consideradas boas fontes dos nutrientes que são encontrados no malte e no lúpulo. O lúpulo é considerado uma erva com propriedades medicinais, usado como antibiótico e anti-inflamatório. O estudo das propriedades de alguns compostos presentes no lúpulo revelou efeitos bioativos em grande parte de seus metabólitos.

Na Idade Média, a bebida era reconhecida pelo seu valor nutricional e pelas suas propriedades medicinais por conterem ervas, raízes, cascas de árvores e especiarias. Alguns povos diferenciavam a cerveja dos pobres e a dos nobres, a dos pobres mais aguada e suave a dos nobres eram aromatizadas com gengibre, tâmaras e mel. A cerveja da Europa dos séculos XIV a XVIII, como uma bebida de menor teor alcoólico que o vinho, nutritiva e mais barata para produzir. Era consumida em grandes quantidades, principalmente nos países do norte e leste Europeu, onde o vinho era uma bebida de elite.

A cerveja chegou ao Brasil, trazida pela família real Portuguesa em 1808. Com a abertura dos portos às nações amigas de Portugal, a Inglaterra foi a primeira a introduzir a cerveja na antiga colônia. Terceiro maior produtor mundial de cervejas, o Brasil fabrica aproximadamente 14 bilhões de litros de cerveja por ano, ficando atrás apenas da China e dos EUA com produção de 46 e 22 bilhões de litros anuais, respectivamente. Na quarta colocação está a Alemanha (9,5 bilhões L/ano) e, no quinto lugar deste ranking mundial, encontra-se a Rússia (7,8 bilhões L/ano) (1,2). O brasileiro consome em média mais de 68 litros de cerveja por ano, muito acima dos nossos vizinhos chilenos (49 L/hab/ano), argentinos (47 L/hab/ano) e uruguaios (30 L/hab/ano). Todavia, o país está bem abaixo na comparação com países como República Tcheca (143 mil L/hab/ano) e Alemanha (106 mil L/hab/ano).

O mercado brasileiro de cerveja é caracterizado por ter um público alvo jovem (61% entre 25 a 44 anos), mas, em virtude do baixo poder aquisitivo deste grupo, o consumo per capita (por volta de 51,9 litros/habitante em 2006) ainda é considerado relativamente baixo, se comparado a outros países (por exemplo, o consumo per capita do Reino Unido chega a ser de 97 litros/ano), principalmente levando-se em conta sua tropicalidade⁷. As classes C e D são responsáveis por 72% das vendas cerca de 56% do público consumidor de cervejas é do sexo masculino. O segmento de cervejas sem álcool responde por 1% do mercado, mas apresenta um crescimento de cerca de 5% ao ano, mais que o dobro da tradicional (2%), e movimenta mais de R\$ 110 milhões por ano. O investimento do setor cervejeiro em 2013 foi de R\$ 4,3 bilhões, de acordo com cálculo preliminar da *CervBrasil* (2015), Associação Brasileira da Indústria da Cerveja. Segundo essa mesma associação, em 2014, o setor cervejeiro gerava 2,7 milhões de empregos, respondia por 2 % do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro e 15 % da indústria de transformação.

Bebida	% de volume de etanol	Bebida	% de volume de etanol
Cerveja	4,5 – 6	Rum	35 – 58
Vinho	12 – 16	Cachaça	38 – 54
Vinho do Porto	18 – 22	Vodka	36 – 54
Tequila	36 – 54	Uísque	38 – 54

Tabela 2. Teor alcoólico de bebidas comercializadas. (ROSA e AFONSO, 2015)

Figura 13. Processo básico de produção de cerveja. (ROSA e AFONSO, 2015)

Curiosidades

- A cor marrom da garrafa ajuda a proteger o líquido dos raios ultravioletas, além de preservar o sabor e o aroma da bebida.
- Em 1856, o australiano James Harrison recebeu uma importante missão: criar um aparelho que refrigerasse as cervejas de uma fábrica. Dito e feito! Ele produziu o equipamento que, de início, foi usado para fins industriais. A partir daí, a geladeira se popularizou e evoluiu até se transformar no que conhecemos hoje.
- Você sabia que a cerveja é a terceira bebida mais popular da Terra? Isso mesmo, a bebida só perde para a água e o chá, que ocupam os dois primeiros lugares respectivamente.
- A cervejaria em operação mais antiga do mundo está localizada na Abadia Weihenstephan, Na Baviera, Alemanha. Os monges beneditinos começaram a fabricar cerveja em 1040 d.C.

Química em ação

As bebidas alcoólicas e o risco que representam.

O etanol é formado por pequenas moléculas que são rapidamente absorvidas após a ingestão. Parte do álcool presente na bebida é absorvida pelas paredes do estômago. Se o estômago estiver cheio, a comida reduz o contato do álcool com suas paredes e a absorção pode chegar a ser até seis vezes mais lenta do que se o estômago estiver vazio. O álcool absorvido é metabolizado no fígado, onde é transformado em CO_2 e H_2O . Assim, é papel do fígado “se livrar” do álcool ingerido. No entanto, se a ingestão de álcool for mais rápida do que o fígado consegue metabolizar-lo, o teor de etanol no sangue começa a subir. Sua atenção se dá principalmente no cérebro, onde, primeiramente, altera a razão. A seguir, a fala e a visão são afetadas. Se a ingestão continuar, o próximo efeito é toda perda de coordenação motora. Finalmente o indivíduo pode perder a consciência. Mesmo inconsciente, o nível de

etanol no sangue de uma pessoa continua a aumentar, podendo conduzir a morte. O álcool não metabolizado pelo fígado é eliminado pela urina e pelo ar expirado. Nisso se baseia o bafômetro, aparelho que mede o teor de álcool no ar expirado pela pessoa e, em função do resultado da medida, infere seu nível de embriaguez. O uso do álcool por longos períodos provoca inúmeros problemas de saúde, principalmente no fígado. O primeiro consiste na produção e na deposição de gordura nesse órgão. O segundo é a hepatite alcoólica, que é uma inflamação do fígado. Ambas regredem se o consumo cessar e uma boa dieta alimentar for retomada. No entanto, se o consumo prosseguir, poder-se-á desenvolver ao longo do tempo uma cirrose hepática, que consiste num acúmulo de proteínas fibrosas no fígado e que interferem em seu funcionamento. Como se trata de um órgão responsável por muitas reações químicas fundamentais à sobrevivência, a cirrose hepática pode ser fatal.

Figura 12. O abuso do álcool pode trazer problemas imediatos ao longo do tempo. Este esquema mostra alguns dos problemas de saúde decorrentes, a médio e a longo prazo, do abuso de álcool. (PERUZZO e DO CANTO, 2006)

[illegible]

21 curiosidades sobre a cerveja que provavelmente você não sabia. **Guia da Semana**, 2020. Disponível em: <<https://www.guiadasemana.com.br/gastronomia/galeria/curiosidades-sobre-a-cerveja>>. Acesso em: 15 fev 2020.

BIER, O. 8 curiosidades sobre a cerveja que você precisa saber. **ABC da Cerveja**, 2017. Disponível em: <<https://opabier.com.br/blog/8-curiosidades-sobre-cerveja-que-voce-precisa-saber/>>. Acesso em: 09 fev 2020.

DUARTE, T. S.; SALAMONI, G.; DA COSTA, A. J. V. TURISMO NO ESPAÇO RURAL, PRÁTICAS LOCAIS E IMIGRAÇÃO ITALIANA: O Caminho Colonial do Vinho, Pelotas/RS. **Rosa dos Ventos**, v. III, n. 2, p. 207 - 215, jul 2011.

LOPES, P. R. M.; MORALES, E. M.; MONTAGNOLLI, R. N. Cerveja Brasileira: do campo ao copo. **Revista Agronomia Brasileira**, v. 1, p. 1 -4 , out 2017.

MEGA, J. F.; NEVES, E.; DE ANDRADE, C. J. A Produção da Cerveja no Brasil. **CINTINO - Ciência, Tecnologia, Inovação e Oportunidades**, v. 1, n. 1, p. 34 - 42, dez 2011.

PANEK, A. D. e se Dionísio soubesse química - A poesia da fermentação e da produção de bebidas alcoólicas. In: IVANISSEVICH, A.; PINTO, A. C. **Química Hoje**. 1ª. ed. Rio de Janeiro: ICH - Instituto Ciência Hoje, 2012. Cap. 3, p. 22 - 31. Disponível em: <<https://cosmeticinnovation.com.br/as-perspectivas-do-mercado-de-fragancias-no-brasil/>>. Acesso em: 23 jan 2020.

PERUZZO, F. M.; DO CANTO, E. L. Informe-se sobre a QUÍMICA: As bebidas alcoólicas e o risco que representam. In: DA CRUZ, J. L. C. **Química na abordagem do cotidiano**. 4ª. ed. São Paulo: Moderna, v. III, 2006. Cap. Parte C - item 2, p. 157 - 158.

PRADO, A. K. M. et al. Os Efeitos do Consumo do Vinho na Saúde Humana. Disponível em: <<http://www.unilago.edu.br/revista/edicaoanterior/Sumario/2013/downloads/2013/OS%20EFEITOS%20DO%20CONSUMO%20DO%20VINHO%20NA%20SAÚDE%20HUMANA.pdf>>. Acesso em: 09 fev 2020.

REZENDE, F. A. et al. Processo de Fabricação do Vinho. Disponível em: <http://www.fecilcam.br/anais/viii_eepa/arquivos/11-01.pdf>. Acesso em: 09 fev 2020.

ROSA, N. A.; AFONSO, J. C. A Química da Cerveja. **Química Nova na escola**, São Paulo, maio 2015. 94 - 108.

SILVA, H. A.; LEITE, M. A.; DE PAULA, A. R. V. Cerveja e Sociedade. **Contextos da Alimentação – Revista de Comportamento, Cultura e Sociedade**, São Paulo, v. IV, n. 2, p. 85 - 91, mar 2016.

TONINI, H. Vinhos, Turismo e Pluralidade na Agricultura. **Rosa dos Ventos**, v. V, n. 2, p. 218 - 227, abr-jun 2013.

Texto 3. Há algo no ar

Data: / /

Volume 1, Edição 3

Há algo no ar

O estudo das Funções Orgânicas

- Reconhecimento das funções orgânicas dos ácidos carboxílicos.
- Reconhecimento das Funções Orgânicas aldeídos e cetonas.

Destaques individuais:

Rumo aos Deuses e
Água de Colônia 2
Química Sintética 3
Os Grandes Grupos e
Pirâmides Olfativas 4
Química em ação 5 - 6
Curiosidades, Construa
o seu vocabulário,
Bibliografia 7

A química e os perfumes

Alguns cheiros nos provocam fascínio e atração. Outros nos trazem recordações agradáveis, até de momentos de nossa infância. Aromas podem causar ou nos dar a impressão de estarmos mais atraentes....

É isso que buscamos ao escolher uma fragrância para uso pessoal? Será esse o significado conceitual dos perfumes ao longo da história da humanidade?

Nesse artigo, o leitor conhecerá um pouco do papel da química na busca e no desenvolvimento de substâncias aromáticas.

Não se sabe ao certo quando surgiu o conceito de perfume, cuja palavra deriva do latim *per fumum* ou *pro fumum*, que significa 'através da fumaça'. Mas a história da perfumaria parece ter iniciado antes das civilizações mesopotâmicas, consideradas o berço da humanidade e nas quais foram descobertos os primeiros recipientes para acondicionamento de incensos, a versão inicial dos perfumes. Em registros da Idade da Pedra, observa-se a presença de colares ornamentais, estatuetas femininas e pinturas rupestres com o uso de corantes, que ressaltam a importância da mulher como o ser da fertilidade e da beleza. No Neolítico – entre 7 mil e 2,5 mil a.C., no

fim da Idade da Pedra –, o cultivo da terra, o desenvolvimento da cerâmica e o uso dos metais são indícios de que o ser humano se fixou e passou a viver ao redor da família. De caçador nômade, foi alçado a ser coletivo, condição que exigiu dele se apropriar da racionalidade e de outras capacidades e estratégias para conquistar o espaço comum. Nesse contexto, é razoável imaginar que os humanos fizeram uso da natureza não só para se alimentar e manter a prole, mas também com fins mais utópicos. A história da Antiguidade revela que os materiais relacionados à perfumaria serviam a fins religiosos, bem como ao embelezamento e à alimentação, além de serem empregados para tratamento da saúde.

O odor de muitos vegetais, como menta, louro, cedro, pinho, rosas e a cor de outros, como cenouras, tomates e pimentões vermelhos, se devem a uma grande classe de compostos naturais denominados terpenos. A investigação química da composição desses óleos essenciais só se iniciou no início do século XIX. Ela levou a descoberta dos terpenos presente em vegetais e animais. Trata-se de compostos orgânicos cujo esqueleto carbônico pode ser encarado como o

resultado da união de duas ou mais unidades do hidrocarboneto isopreno (nome de acordo com a IUPAC: 2-metil-buta-1,3-dieno):

Isopreno

A seguir apresenta-se alguns exemplos de terpenos.

limoneno
(óleo de limão)

citral
(óleo de limão)

mentol
(óleo de menta)

carvona
(óleo de cominho)

carvacrol
(óleo do orégano)

anetol
(óleo da erva doce)

ácido angélico
(óleo de angélica)

licopeno (responsável pela
coloração vermelha de
tomates e pimentões)

Circule as estruturas semelhantes ao isopreno. Quais são as funções orgânicas encontradas em cada uma das substâncias?

Rumo aos deuses

Figura 1. Em fragmento da decoração de um túmulo egípcio, observa-se a fabricação de perfume de lírio. As primeiras sociedades da Mesopotâmia compreendiam que queimar incensos lhes facilitaria o caminho à vida eterna. (fonte: Louvre).
<http://cienciahoje.org.br/artigo/ha-algo-no-ar/>

Figura 2. O Museu do perfume é um museu alemão localizado na cidade de Colônia. Encontra-se na histórica Casa Farina, situada na antiga rua romana Obenmarspforten, em frente ao Museu Wallraf-Richartz e à prefeitura. É precisamente aqui, onde antigamente se fabricava a água-de-colônia (eau de cologne), criada em 1709 e a qual é hoje em dia a fábrica de perfume mais antiga do mundo.

Fonte:
[https://pt.wikipedia.org/wiki/Museu_do_perfume_\(Colônia\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Museu_do_perfume_(Col%C3%B4nia))

As primeiras sociedades da Mesopotâmia compreendiam que queimar incensos lhes facilitaria o caminho à vida eterna. A fumaça liberada pela queima de resinas, exsudatos, cascas e outras matérias orgânicas era a via de contato entre os humanos e os deuses, a quem eram oferecidas oferendas. Há décadas, sabemos que a fumaça tem uma composição química complexa, em que diversas substâncias estão presentes conjuntamente no estado sólido e gasoso. Por estar envolta no ar quente, a fumaça sobe e se dissipa

lentamente, até sumir frente a nossos olhos. Assim, parece que o ser humano antigo acreditava que esse material volátil continuaria a subir sempre, chegando aos deuses, e que seria capaz de acompanhar a alma aos céus. Mas o uso do calor sobre o material vegetal não se limitou à queima e teve grande impacto histórico na comercialização das ervas aromáticas e medicinais, gerando um dos negócios mais lucrativos da humanidade. A secagem controlada de partes das plantas estende a vida útil

delas, o que permitiu a comercialização a longa distância, com implicações na disputa de territórios e nas grandes guerras. Homens e mulheres perfumavam os ambientes e a si mesmos, enquanto esses materiais eram usados no combate às doenças e na conservação dos alimentos. Hoje, sabemos que essas aplicações se devem às propriedades antimicrobianas de várias substâncias químicas naturais, por meio das quais as plantas se defendem do ataque de invasores.

Água de colônia

Há inúmeros registros de práticas aromáticas na Antiguidade, entre as quais se destacam passagens da Grécia, da Babilônia e do Egito. Personalidades de destaque são Alexandre, o Grande (356 – 323 a.C.), e a rainha egípcia Cleópatra (69 – 30 a.C.). Cleópatra empregava maquiagens pouco convencionais para os dias de hoje, como sais de chumbo, capazes de refletir a luz e encobrir imperfeições da pele. Dispunha de perfumes oleosos e cremes para proteger do árido clima do deserto. Naquela época, muitos produtos eram importados do extremo Oriente – por exemplo, plantas aromáticas, como o sândalo, o patchuli e o vetiver – e, curiosamente, vinhos e loções para a pele poderiam ter a mesma composição química. Mas, talvez, esteja em Roma o esplendor da perfumaria.

Em uma sociedade bem desenvolvida, o romano abastado apreciava o conforto, o lazer e uma bela refeição. Suas casas de banho, distribuídas às dezenas no núcleo do império, abusavam de essências e de óleos perfumados. Relatos sobre a importância das ervas aromáticas constam da *Bíblia*, a exemplo da passagem do nascimento de Jesus, no qual o incenso e a mirra foram oferecidos como presentes, retratando aspectos da divindade e do culto à alma.

A passagem da Idade Média aos tempos modernos é recheada de exemplos curiosos sobre a perfumaria, e aqueda do império romano nos sugere um verdadeiro caos olfativo. Do asseio romano, passou-se ao hábitos pouco higiênicos dos bárbaros. Os incensos usados nas igrejas foram

proibidos. Tudo isso era visto como fútil e pertinente às antigas gestões políticas. Sem esgoto, com escassez de materiais de limpeza, lixo por toda parte e poucos hábitos de higiene, é fácil de imaginarmos como deve ter sido grande o sucesso dos primeiros perfumes líquidos. Um dos grandes marcos foi a introdução da água de colônia, criada por italianos que viviam na cidade de Colônia, na Alemanha, e que se tornou muito popular do século 18.

Química sintética

Contudo, a grande reviravolta da perfumaria ocorreu a partir do desenvolvimento da química sintética, no século 19. A possibilidade de produzir substâncias químicas no laboratório, em qualquer quantidade, e não mais depender diretamente da extração de fontes naturais, abriu um grande campo à indústria da perfumaria. A partir de modelos de moléculas cujas estruturas se tornavam conhecidas, novos aromas eram criados, gerando ícones.

Um desdobramento da química sintética já no século passado foi o perfume Chanel n°5, que se tornou um novo paradigma na indústria de perfumes em função da introdução de um grupo de fragrâncias sintéticas até então não usadas na perfumaria, os aldeídos. O uso dessas substâncias introduziu no mercado um grupo de perfumes de grande sucesso até hoje conhecido como aldeídicos.

A química sintética das fragrâncias começou com a oferta de materiais que até então vinha de apenas fontes naturais: cumarina (descoberta em 1866), salicilaldeído (1876), vanilina (1876), fenilacetaldéido (1883), peperonal (1890), nitro musk (1891) e β -ionona (1893). Desses, seis têm 'esqueleto' (ou anel) aromático, à semelhança do núcleo do benzeno – que dá o dor característico às colas de sapateiro, por exemplo –, resultando da extensiva pesquisa química na área de explosivos que se realizava na época, como foco principalmente no tolueno, cuja molécula, assim como a do benzeno, tem estrutura na forma de um 'anel' formado por seis átomos de carbono. O termo aromático, no caso, se refere ao fato de muitas dessas substâncias terem aroma agradável.

Entre as substâncias citadas acima, destacam-se, atualmente, como odorantes de vasta aplicação na perfumaria, a vanilina e a β -ionona. A primeira, vulgarmente, conhecida como baunilha, tem odor adocicado e é um dos ingredientes mais comuns na indústria alimentícia; a segunda, aroma floral.

Figura 3. Métodos de obtenção dos compostos de aroma.

Figura 4. Método de obtenção da vanilina por extração direta da natureza. Adaptado de: Gallage & Møller, 2015; Rao & Ravishankar, 2000. FONTE DAS IMAGENS: Wikimedia Commons.

Figura 5. Uma das rotas de obtenção por síntese química da vanilina (Rao & Ravishankar, 2000).

Figura 6. Uma das rotas de obtenção por via biotecnológica da vanilina: biotransformação (Paterson, 2010).

Figura 7. Perfumes femininos tendem a incluir fragrâncias florais, nos masculinos, mais incorporados, predominam os aromas amadeirados.

Figura 8. Pirâmide Olfativa. As notas da saída dão a primeira impressão do perfume (primeiros 15 minutos de evaporação). As do coração demoram um pouco mais para evaporar e, portanto, para ser sentidas (entre três a quatro horas para ser percebido). São as notas do fundo que permanecem mais tempo na pele (menos volátil levam de 4 a 5 horas para serem percebidas).

Os grandes grupos

Os produtos odorantes empregados na composição de um perfume são classificados segundo seus aspectos olfativos. Uma divisão geral muito utilizada se baseia em oito grandes grupos: frutais, florais, verdes, condimentados (ou especiados, que lembram especiarias), marinhos, amadeirados, almiscarados e ambarados. Com tantos materiais fragrantados à disposição dos perfumistas, os perfumes disponíveis no mercado, atualmente, têm os mais diversos cheiros e agradam a gostos variados. No entanto, para um leigo, escolher um perfume por meio de suas classificações técnicas pode ser uma tarefa simples. Pela combinação dos grupos olfativos, os perfumes passam a pertencer a diferentes linhas (ou famílias). Para os femininos, por exemplo, há os florais, florais-frutais, orientais - que têm aromas condimentados, além de amadeirados entre outras nuances -, orientais - florais, florais-frutais-amadeirados etc. Entre os masculinos, predominam as fragrâncias mais encorpadas, muitas das quais amadeiradas e acompanhadas de aspectos mais frescos, como os amadeirados-frutais, amadeirados-especiados.

Pirâmide olfativa

Os perfumes têm sua composição aromática distribuída em um modelo conhecido como pirâmide olfativa, dividida horizontalmente em três partes e caracterizada pelo termo nota, a exemplo dos acordes musicais. No topo da pirâmide, estão as notas de saída, leves, percebidas mais rapidamente e com constituintes químicos bem voláteis - ou seja, boa parcela das moléculas encontram-se na fase gasosa, em que são rapidamente capturadas por nossos sensores olfativos. No entanto, nem sempre os voláteis nos dispõem estímulos de odor: alguns são inodoros. Outros se diferenciam não só pela qualidade do aroma, mas também por sua intensidade. Na fatia intermediária da pirâmide, encontram-se as notas do coração (ou o tema do perfume). Suas substâncias químicas são menos voláteis, e, por isso, esse aroma tende a permanecer por mais tempo que as notas de saída. A questão da permanência de um perfume tem aspectos. Um dos fatores de grande importância é o grau de oleosidade da pele: quanto maior, melhor a fixação do perfume. Esse fato se explica pela própria natureza das substâncias odoríferas que compõem o perfume. Esse fato se explica pela própria natureza das substâncias odoríferas que compõem o perfume. Elas são 'leves' (massa molecular não superior a 300) e normalmente são de baixa polaridade - ou seja, a molécula não têm 'polo' elétricos acentuados. Isso torna essas substâncias solúveis em lipídeos ('gorduras'), importantes constituintes das membranas celulares e que protegem nossa pele das agressões externas. A base da pirâmide,

composta pelas notas de fundo, está mais ligada ao aspecto de fixação da essência. Suas substâncias têm volatilidade bem menor que as anteriores, mas ainda trazem importante contribuição aromática. Em comparação com o número de materiais oferecidos nas classes mais voláteis da pirâmide, aqui há bem menos produtos no mercado. Os aromas de fundo são os principais responsáveis pela classificação dos amadeirados, almiscarados e ambarados.

Química em Ação

O Odor dos Ácidos Carboxílicos

Um aspecto característico dos ácidos carboxílicos é seu forte odor. Os ácidos que apresentam de 1 a 3 carbonos apresentam um cheiro que vai de forte a irritante; já os ácidos com 4 a 10 carbonos possuem um odor extremamente desagradável, com cheiros rançosos e pungentes. Acima disso, eles são praticamente inodoros, porque são sólidos e pouco voláteis. Outro fator interessante é que o próprio ser humano elimina por meio da transpiração substâncias orgânicas que são decompostas por bactérias da nossa pele em compostos de odor desagradável. Visto que o metabolismo varia de

pessoa para pessoa, esses compostos excretados apresentam pequenas alterações, porém costumam ser ácidos carboxílicos de baixa massa molar, como o exemplo a seguir.

ácido 3-metil-hex-2-en-óico

Visto que os cães costumam ter o faro bem apurado, eles conseguem identificar as pessoas e seus pertences por meio do cheiro que cada um apresenta, ou seja, através dos ácidos carboxílicos que cada um produz.

	Formula Química	Nomenclatura	Característica
$\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$	Ácido butírico	Manteiga com cheiro rançoso.
$\text{C}_4\text{H}_9\text{COOH}$	Ácido Valérico	Cheiro do queijo roquefort
$\text{C}_5\text{H}_{11}\text{COOH}$ $\text{C}_7\text{H}_{15}\text{COOH}$ $\text{C}_9\text{H}_{19}\text{COOH}$	Ácido capríco Ácido caprílico Ácido cáprico	Cheiro característico das "cabras"
$\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$	Ácido esteárico	Cheiro do "sebo"

Figura 9. Exemplos de ácidos carboxílicos que possuem odor desagradável ou irritante.

Desodorantes e Antitranspirantes: qual é a diferença?

O suor é uma importante função do corpo humano que controla a nossa temperatura e aumenta a hidratação da pele. Ao evaporar, o suor retira calor do corpo, fazendo com que ele se resfrie. O suor em si não apresenta problema algum, sendo que sua composição quase toda é de água, cerca de 99%. O corpo também elimina outros compostos por meio do suor, como os íons cloreto, sódio, potássio e amônio, sais de ferro, ureia, ácido láctico, proteínas, etc. Assim, o suor quase não apresenta cheiro. O problema consiste nas bactérias presentes em nossa pele que decompõem as substâncias liberadas pelo suor em outras de odor desagradável, como, por

exemplo, o ácido 3-metil-hex-2-enoico. Podem ser produzidos também o ácido butírico ($\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$), o ácido capríco ($\text{C}_5\text{H}_{11}\text{COOH}$) e outros, associados a aminas e mercaptanas. O odor desagradável que é produzido por essas substâncias, principalmente ácidos carboxílicos, é denominado bromidrose. As glândulas apócrinas, que produzem esse tipo de suor com materiais gordurosos, só entram em funcionamento depois da puberdade; por isso, o suor dos bebês e das crianças não apresenta odor desagradável.

Desodorantes: eles agem no controle das bactérias presentes na derme da pele. Com a diminuição das

atividades microbianas, o odor é mascarado. Visto que essas bactérias se proliferam em meio ácido, a neutralização desse meio com substâncias básicas, como o hidróxido de magnésio ($\text{Mg}(\text{OH})_2$), presente no leite de magnésia, ou o bicarbonato de sódio (NaHCO_3), presente também em talcos desodorantes, pode provocar a morte desses microrganismos.

Antiperspirantes

(antitranspirantes): como o próprio nome diz seu objetivo é inibir a transpiração, mantendo o corpo relativamente seco. Isso é feito por meio de cátions que causam o fechamento dos dutos das glândulas sudoríparas. Um

cátion que faz isso por coagular proteínas e o alumínio (Al^{3+}), que é produzido pelo cloridrato de alumínio ($\text{Al}_2(\text{OH})_5\text{Cl}$). No entanto, alguns médicos acreditam que o uso frequente de produtos desse tipo pode levar ao acúmulo de alumínio no organismo. Isso poderia provocar doenças como mal de Alzheimer e câncer de mama.

A indústria do cheiro

Figura 10. Venda de fragrâncias ao redor do Mundo em 2016.
<https://cosmeticinnovation.com.br/as-perspectivas-do-mercado-de-fragrancias-no-brasil/>

Figura 11. Ranking dos principais produtores no Brasil em 2016.
<https://cosmeticinnovation.com.br/as-perspectivas-do-mercado-de-fragrancias-no-brasil/>

No decorrer da nossa história, muitos eventos foram marcados pelo inusitado comportamento de algumas figuras importantes. Nero já dizia que nenhuma orgia estaria completa se não houvesse perfumes. A difusão dos materiais aromáticos teve grande repercussão na Europa devido às incursões de Marco Pólo às Índias e à China e à comercialização de ervas e especiarias.

A contribuição à comercialização de materiais aromáticos se deve, também, em grande parte aos navegadores ibéricos. A arte da construção de um bom perfume vai muito além da ciência com suas intrincadas e complexas sínteses de novas fragrâncias. O design de um perfume é devido à arte de um perfumista – artista do mundo das grandes grifes, da moda governada pelo universo da alta costura, trabalhando direta ou indiretamente para as *Flavor Houses*, servindo muitas vezes de consultores. Para o desenvolvimento de um perfume, normalmente, a primeira etapa é o desenvolvimento da marca e a finalidade, sendo por último determinada a composição química do mesmo. O que regula o lançamento, ou não, de um novo perfume, normalmente, são as tendências do mercado da moda.

No campo da Química, vários esforços têm sido feitos no sentido de aumentar a produção de substâncias de grande interesse comercial. Dentre estas substâncias, as fragrâncias representaram cerca 0,6% de um montante de aproximadamente 58,7

bilhões de dólares na economia brasileira em 2004, ou seja, pouco mais de 350 milhões de dólares. A título de comparação, o faturamento no mesmo ano pelas grandes indústrias de fragrâncias soma cerca de 17,65 bilhões de dólares.

O Brasil está ainda em um estágio embrionário nas tecnologias de produtos beneficiados, como as fragrâncias e perfumes, porém, é líder mundial na produção de matérias-primas. Os óleos essenciais são uma das matérias-primas mais importantes na produção de fragrâncias e o Brasil responde, atualmente, por cerca de 50% da produção mundial de óleo essencial de laranja, que é uma das matérias-primas fundamentais para os aromas e as fragrâncias. A balança comercial brasileira é superavitária em volume, porém é deficitária economicamente, ou seja, o Brasil exporta grandes volumes de óleos essenciais, produto de menor valor agregado, e importa óleos essenciais beneficiados de alto valor agregado.

O mercado brasileiro de vendas de fragrâncias fechou o ano de 2017 com vendas superiores a US\$ 6,8 bilhões, registrando um crescimento 7,1% sobre 2016, quando a categoria de perfumaria liderou em participação o faturamento da indústria de beleza, com US\$ 6,4 bilhões (figura 1). O mercado de perfumes no Brasil é único: a força das vendas das marcas nacionais é muito grande, o que faz com que a categoria garanta as vendas no varejo (figura 2). Em pesquisa realizada pela consultoria Mintel (agência de inteligência de

mercado), realizada em maio de 2017 com 1,5 mil consumidores com mais de 16 anos de idade, revelou, que os consumidores brasileiros não costumam usar todos os perfumes que têm em casa. Entre os entrevistados que têm entre 4 e 5 frascos de perfumes, 58% afirmaram usar entre 2 e 3 fragrâncias. O mesmo acontece com os que possuem seis frascos de perfumes ou mais: a maioria usa somente entre 2 e 3 perfumes (54%). O Brasil é líder em volume de vendas de fragrâncias per capita no mundo, resultado de um amplo crescimento que o país vem experimentando nesse segmento nos últimos anos. A principal razão para esta tendência pode ser devido ao hábito cultural dos brasileiros no uso de fragrâncias de massa, especialmente nas regiões Norte e Nordeste do país, onde se concentra o mercado mais importante para esse tipo de produtos no Brasil.

Pelo lado da matéria-prima, áreas da Amazônia, como no estado do Pará, geram produtos como andiroba, murumuru e ucuuba, cultivadas pela população local e usadas como matéria-prima de cosméticos. Segundo Eugênia, a IFRA tem regras de sustentabilidade rigorosas que precisam ser cumpridas pelos associados em toda a cadeia. O setor gera no país 1.300 empregos e a criação de um perfume incluir uma paleta de cerca de 3.000 ingredientes, tanto naturais quanto sintéticos.

AS perspectivas do mercado de fragrâncias no Brasil. Cosmetic Innovation , 2020. Disponível em: < https://cosmeticinnovation.com.br/as-perspectivas-do-mercado-de-fragrancias-no-brasil/ >. Acesso em: 23 jan 2020.	em:
DE aromas a perfumes, o mercado da indústria do cheiro, 2012. Disponível em: < http://www.scielo.br/pdf/pqn/v35n4/a38v35n4.pdf >. Acesso em: 2020 jan 23.	em:
DIAS, S. M.; R.R., D. S. Perfumes: uma química inesquecível, 1996. Disponível em: < http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc04/quimsoc.pdf >. Acesso em: 22 nov 22.	em:
FELIPE, L. O.; BICAS, J. L. Terpenos, aromas e a química dos compostos naturais. Disponível em: < http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc39_2/04-QS-09-16.pdf >. Acesso em: 22 nov 2019.	em:
FOGAÇA, J. R. V. A química dos perfumes. Alunos On Line . Disponível em: < https://alunosonline.uol.com.br/quimica/a-quimica-dos-perfumes.html >. Acesso em: 23 jan 2020.	em:
PERUZZO, F. M.; DO CANTO, E. L. INFORME-SE SOBRE A QUÍMICA - TERPENOS. In: PERUZZO, F. M.; DO CANTO, E. L. QUÍMICA na abordagem do cotidiano . 4ª. ed. São Paulo: Moderna, v. III, 2006. Cap. 16, p. 369.	em:
REZENDE, C. M. Há algo no ar. In: IVANISSEVICH, A.; PINTO, A. C. QUÍMICA HOJE . Rio de Janeiro: ICH - Instituto Ciência Hoje, 2012. p. 80-87.	em:
RIVIEIRA, C. Por trás do perfume: indústria de fragrâncias movimenta 7 bilhões de euros. Revista Exame , 2019. Disponível em: < https://exame.abril.com.br/negocios/por-tras-do-perfume-industria-de-fragrancias-movimenta-7-bilhoes-de-euros/ >. Acesso em: 23 jan 2020.	em:

Texto 3. Química e Religião

Química e Religião.

Data do Boletim Informativo

Volume 1, Edição 4

Identificação da função orgânica das aminas e amidas

Identificação da função orgânica das éster e éter.

Identificação das funções orgânicas anteriormente conhecidas.

O misterioso uso de plantas e a sabedoria pela cura da fé 2

Cipó dos mortos 3

Ciência da arruda 4

A divindade das plantas; Mal contra o mal 5

Química em Ação: O uso medicinal das plantas 6

Química em Ação: País deixa de gerar US\$ 5 bi por ano com fitoterápico 7

Construa o seu vocabulário;

Bibliografia 8

O MISTERIOSO USO DE PLANTAS E A SABEDORIA NA CURA DA FÉ.

Humanos e plantas mantêm intensa relação desde os primórdios da civilização. Muitas religiões, por exemplo, fazem (um ainda misterioso) uso de cascas, folhas, sementes e raízes em seus cultos ou as prescrevem para o combate a males do corpo ou da alma. Esse vasto conhecimento popular tem, por sua vez, alimentando as pesquisas científicas no mundo inteiro, inclusive no Brasil. É, com base nele, já foram descobertos várias moléculas que hoje são a base de medicamentos para tratar doenças que vão de simples resfriados a quadros mais graves como o câncer.

Os poderes mágicos de plantas curam diarreias, como o chá dos brotos de goiabeira, à leucemia, como as substâncias vincristina e vimblastina, extraídas da maria-sem-vergonha, hoje comercializadas para o tratamento dessa doença.

A magia envolve a prática popular de cura pelas plantas se deve à presença de substâncias produzidas nos vegetais – muitas vezes essenciais para a sua sobrevivência na luta pela preservação da espécie. Os terpenos (compostos naturais que produzem odores), algumas substâncias fenólicas e alcalóides são as principais classes de substâncias produzidas pelas plantas. Falaremos um pouco sobre cada uma delas.

No primeiro grupo estão, por exemplo, o limoneno e o mentol, que têm cheiro agradável e são produzidos por plantas, atraindo os polinizadores noturnos. Duas das muitas aplicações industriais dessas moléculas vão dar gosto a alimentos e aromas a produtos de limpeza. Já os flavonóides, pertencem ao segundo grupo, protegem as plantas contra a radiação ultravioleta e, por esse motivo, têm propriedade antioxidantes.

Os alcalóides, por sua vez, são substâncias que tem o elemento

químico nitrogênio em sua estrutura e que produzem acentuado efeito no sistema nervoso central. Plantas que produzem alcalóides têm sido usadas como venenos e alucinógenos ao longo da nossa história. Talvez o caso de envenenamento mais conhecido seja o que causou a morte do filósofo grego Sócrates, condenado a ingerir uma bebida à base de cicuta (erva rica no alcalóide conina).

Muitos alcalóides proporcionam efeitos alucinógenos, como a atropina e a escopolamina (figura 1), usados na preparação de unguentos a partir das espécies beladona, meimendo e mandrágora, com as quais as 'bruxas' da Idade Média se untavam e que, supostamente, as faziam voar. Esse unguento era conhecido como 'fórmula de voo' e utilizado pelas 'bruxas' em certas partes do corpo – principalmente nas mais peludas – e também esfregado sobre o cabo de uma vassoura – que era, como sabemos, o 'instrumento de voo'. Em contato com as mucosas vaginal e anal, o unguento era absorvido mais rapidamente pelo organismo. A sensação de voo está associada aos delírios e, ao que parece, à sensação de elevação, fato que explicaria os supostos voos.

Outras propriedades alucinógenas proporcionadas pelo consumo desses alcalóides são: estado de embriaguez, seguido de sono profundo, acompanhado de amnésia. Hoje a ingestão de escopolamina associada a bebidas alcoólicas é conhecida como 'Boa noite, Cinderela', mistura usada para dopar vítimas de assalto ou abuso sexual.

Figura 1. Estruturas moleculares da atropina (1) e da escopolamina (2) -
<http://www.quimitube.com/wp-content/uploads/2012/08/alcaloide-atropina.png>
 e da escopolamina (2)
 - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/25/L-Scopolamin.svg>

Figura 2. *Mandragora officinarum* nome científico de um tipo de mandrágora. Seus frutos amarelos, carnosos, aromáticos e tóxicos eram chamados de "as maçãs do diabo" pelos árabes devido a supostos efeitos afrodisíacos. As várias lendas e histórias ao redor desta planta provavelmente se originaram do fato de ela possuir uma raiz principal bifurcada bastante ramificada, muitas vezes assemelhando-se à forma humana. Fonte:
<https://pt.wikipedia.org/wiki/Mandrágora>

Figura 4. A partir da *Banisteriopsis Caapi* e da *Psychotria viridis* extraí-se diversas substâncias de atividade farmacológica pois depende da interação das substâncias contidas nas plantas como a harmina (3) que está sendo alvo de pesquisas para tratamento da depressão e da dependência química (drogas). Fontes: <https://knehnv.home.xs4all.nl/ayahuasca/ayahuasca.html>; <https://www.uol.com.br/tilt/ultimas-noticias/redacao/2010/04/26/pesquisas-testam-potencial-beneficio-da-ayahuasca-contradepressao-e-dependencia.htm>

Cipó dos mortos

Figura 3. O cipó yagé, ou caapi (na foto), é um dos ingredientes da bebida conhecida como ayahuasca, utilizada em seitas como a do Santo Daime. (foto: Wokimedia Commons/Rafael Guimarães dos Santos). Fonte: <http://cienciahoje.org.br/artigo/quimica-e-religiao/>

O uso de plantas alucinógenas está, muitas vezes, relacionado à prática religiosa. A religião deriva do termo latim *religare* e significa religação com o divino, definição que abrange quaisquer doutrinas ou formas de pensamentos metafísicos. Religiões, como o Santo Daime, a Barquinha e a União do Vegetal, foram criadas a partir do consumo da bebida chamada ayahuasca, preparada de plantas amazônicas.

Ayahuasca é uma palavra de origem indígena e significa cipó dos mortos (aya = pessoa morta, alma, espírito; waska = corda, cipó). É preparada a partir do cipó yagé ou caapi (*Banisteriopsis caapi*) e das folhas do arbusto chacrona (*Psychotria viridis*), ambos contendo alcaloides (figuras 3 e 4).

As tradições de cada local e a ocasião de consumo dessa bebida determinam os métodos para o preparo, mas o processo é longo: dura cerca de 24 h. Normalmente, raspa-se a casca dos pedaços recém-cortados do talo do cipó, que, em contato com a água e as folhas de *Psychotria viridis*, dão origem a ayahuasca – os métodos para o preparo variam segundo as regiões onde o chá é consumido e são

semelhantes ao preparo de extratos aquosos nos laboratórios de pesquisa de química de produtos naturais.

Em algumas regiões, as cascas devem ferver por várias horas, e o líquido amargo e denso resultante é consumido em pequenas doses. Esse procedimento é uma extração aquosa a quente, e o produto final é um chá com elevadas quantidades de substâncias retiradas das plantas.

Em outras regiões, são consumidas doses maiores de ayahuasca, pois o preparo consiste em amassar as cascas pulverizadas com água fria, tornando-se uma preparação menos concentrada, ou seja, observa-se um chá com coloração mais clara, indicativo de baixas concentrações de substâncias extraídas das plantas.

O método de preparação, o contexto no qual a bebida é consumida, a quantidade ingerida, o número e o tipo de misturas determinam os efeitos que a bebida proporciona. Alucinações visuais, diarreia e vômito podem ser observados com o uso regular da ayahuasca. Taquicardia e morte em casos de intoxicação.

Ciência da arruda

Ainda hoje, a crença religiosa está associada ao poder de cura das plantas. Apesar dos conhecimentos médicos e farmacêuticos estabelecidos e oficializados, a população, em muitos casos, prefere outros agentes de cura, como o raizero, o candomblezeiro, a benzedeira, a rezadeira, o vidente e o medium.

Para as práticas de cura, é necessário conhecimento e sabedoria no emprego de raízes, plantas e folhas para se restabelecer a saúde do doente. Uma planta bastante conhecida é a arruda, usada desde a Idade Média até hoje para proteção de doenças contagiosas, feitiços e quebrantos (figura 5) – em tempo: a arruda é uma planta abortiva e não deve ser utilizada por gestantes, principalmente nos primeiros meses de gravidez.

Há relatos que, na Grécia Antiga, a arruda era utilizada para tratar diversas doenças, mas principalmente as ‘forças negativas’. Já em Roma as mulheres carregam ramos de arruda pelas ruas para proteger de doenças contagiosas e feitiçarias. Ainda na Idade Média, o uso da arruda é também descrito no combate a bruxarias e maldições. Nessa época a Igreja Católica empregava ramos de arruda para a aspersão de água-benta nos fiéis em missas solenes e em padres, ingeriam um ‘preparo’ à base de vinho e arruda. Esse fato foi destacado na obra de *Hamlet*, de William Shakespeare, em que a arruda ficou conhecida como “erva sagrada aos domingos”, pois os rituais de exorcismo eram realizados só nesses dias pela Igreja Católica.

Toda a ‘magia’ que envolve as aplicações da arruda pode ser explicada pela ciência. Estudos realizados com extratos alcoólicos e chás preparados a partir das folhas dessa planta revelaram propriedades

inseticidas, antiparasitárias, anti-inflamatórias, febrífugas, vasodilatadoras e, como já foi dito, abortivas. Essas propriedades devem-se às substâncias que as folhas da arruda produzem (flavonoides, cumarinas, saponinas, lignanas e alcaloides).

Entre as substâncias sintetizadas pela arruda, a rutina (figura 6) é a mais importante. Flavonoide com ação anti-inflamatória e vasodilatadora comprovada é indicada no tratamento de varizes, para aumentar a resistência dos vasos sanguíneos. Popularmente, seu uso é recomendado para controlar fluxos menstruais – mas essa aplicação não foi comprovada cientificamente até o momento.

A planta produz ainda um óleo essencial rico em substâncias voláteis, responsáveis por um cheiro forte e ativo – talvez a percepção desse cheiro tenha feito com que seja ainda hoje empregada para afastar feitiços e também comercializada e utilizada como amuleto de mau-olhado e quebrantos, bem como para ‘curar’ crianças e adultos com influências negativas. A alantoína é uma dessas substâncias encontradas no óleo (figura 7).

Figura 5. Arruda: a planta mágica.
<https://i.pinimg.com/originals/46/fe/7c/46fe7c8929b4fe357f6b73d9555adc7f.jpg>

Figura 6. A estrutura molecular da rutina.
<https://www.researchgate.net/publication/258400254/figure/fig3/AS:323161800364034@1454059185757/Chemical-structure-of-rutin.png>

Figura 7. A estrutura molecular da alantoína.
<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/1c/Allantoin.svg/245px-Allantoin.svg.png>

O uso e conhecimento milenar das ervas.

Todas as comunidades antigas (China, Egito, Suméria, Assíria, Babilônia, Índia, Grécia, Arábia, Ásia, África) conheciam os segredos curativos das plantas, sem saber exatamente como tal conhecimento foi criado ou adquirido (figura 8). Esse saber passou a fazer parte dos hábitos, costumes, crenças e tradições, sendo repassado pelos mais velhos aos mais jovens, que repetiam e perpetuavam as práticas aprendidas, acreditando total mente nas mesmas e prosseguindo a tradição. Em todas as comunidades, quem detinha o vasto conhecimento sobre o uso das plantas gozava de prestígio e poder. Praticado pelo povo simples

e por nobres, o costume do uso das ervas atravessou os tempos, passando pela Idade Média e o Renascimento europeus, sendo inclusive tema de estudos nas primeiras universidades. Assim, diversos remédios populares, denominados pelo senso comum de .receitas da vovó., eram utilizados para diversos tipos de doenças, como inflamações da epiderme e da mucosa, problemas gástricos, dores em geral, febres e outros males. Ao lado do valor medicinal, destacava-se também o emprego das plantas como cosmético, auxiliando na beleza da pele, dos cabelos, na desintoxicação de órgãos e na tonificação do corpo. O emprego estético das ervas resultou na sofisticada cosmetologia moderna.

Figura 8. O papiro Ebers registra drogas e tratamentos de ervas egípcias, alguns dos quais datam da primeira dinastia egípcia.
<https://herbs.tips/ancient-egypt>

O uso religioso das ervas

No contexto das sociedades primitivas, dominadas por mitos religiosos, tanto doenças quanto suas curas vinculavam-se a crenças, sistemas religiosos, ritos mágicos. Daí a incorporação do aspecto religioso e místico do emprego das plantas nos tratamentos de doenças. No processo de cura pelas ervas e divindades, é fundamental, dentro da dinâmica cultural, a questão da fé, em nível pessoal e coletivo, sendo envolvida também a relação de poder. Apesar de aspectos universais, evidentemente cada povo, com sua cultura, hábitos, cosmovisão, desenvolveu particularidades no uso das plantas. No Brasil Colônia, agrário e intercultural, formado com a miscigenação de brancos europeus (portugueses), indígenas nativos e o negro africano escravo, o uso das ervas como medicamento teve importante papel medicinal e religioso.

Cada uma das raças formadoras do povo brasileiro já trazia as em influências recíprocas, criando-se, então, em razão da grande diversidade da flora tropical, uma medicina popular e de origem rural riquíssima, misturada com aspectos religiosos das três etnias. Por sua vez, os padres jesuítas trabalhavam com suas boticas, usando plantas vindas do Reino (mirra, incenso, estoraque) e manipulavam remédios, dando assistência a índios e colonos. Os jesuítas tiveram grande importância na difusão dos conhecimentos dos indígenas sobre as plantas medicinais para a população em geral. Entre os índios o uso das ervas, mesmo com fins curativos, sempre tinha algum aspecto místico. Os indígenas possuíam seus rituais religiosos, que não se realizavam sem as ervas sagradas, como o xamanismo, o toré e o catimbó. Embora guardando algumas diferenças, havia nessas práticas religiosas a presença de

um líder, o pajé ou xamã, que dirigia os rituais de pajelança, fazendo a mediação entre os vivos e as entidades transcendentais ou espirituais (deuses), exercendo o papel de médico, sacerdote, curandeiro. Eram rituais de magia para realizar tratamentos, curas, profecias. A umbanda foi mesclada com o cristianismo e santos da igreja católica; já o candomblé manteve-se mais fiel às matrizes africanas, realizando feitiços e práticas de cura de enfermidades e solução de problemas cotidianos, utilizando-se far tamente das ervas. Detentoras de grande quantidade de energia mágico-universal sagrada, as ervas possuem axé (força), atuando energeticamente sobre o corpo espiritual das pessoas, pois são hipersensíveis, catalisadoras de energia, possuindo capacidades mágico-terapêuticas. Bem combinadas entre si, unindo os campos medicinal e simbólico, e com a intervenção de entidades espirituais, as plantas têm o poder de realizar a limpeza da aura, produzindo energia positiva e equilíbrio

A divindade das plantas

As religiões que mais utilizam das plantas, tanto em cerimônias quanto em rituais de cura, são as de origem e influência africana, como o candomblé e a umbanda (figura 8). Embora tenham suas peculiaridades, essas duas religiões talvez não existissem sem as plantas, presentes no preparo de comidas, bebidas e remédios, nos banhos de limpeza, purificação e defesa, nas cremações em incensórios, nos cachimbos, charutos e cigarros. “sem folhas, não há orixá”. Esse dito conhecido nessas religiões retoma a importância de Ossaim, a divindade das plantas medicinais e litúrgicas. Sem sua presença, nenhuma cerimônia pode se

realizar. Ossaim é detentor do nome das plantas, de sua utilização e das palavras que despertam os seus poderes, e esse são os elementos mais secretos desses rituais. Cada Orixá tem suas próprias folhas, mas só Ossaim conhece os segredos das plantas.

Nesses duas religiões, acredita-se que as folhas do corpo e do espírito, bem como realizam milagres e possam trazer progresso e riqueza. Por esses motivos, os seguidores dessa religião defendem a preservação das matas e florestas. A representação de Ossaim revela que esse orixá tem uma única perna, com a qual sustenta as folhas, em semelhança com o tronco das árvores.

Mal contra o mal

Plantas como a espada-de-são-jorge, a aroeira, o urucum, a barba-de-velho, a dama-da-noite, o cipó caboclo, o cordão-de frade e o desmancha-nó são usadas por pessoas de fé com as mais diversas funções. A espada-de-são-jorge (figura 10), por exemplo, deve proteger a casa de quem a cultiva. Para isso, prendem-se duas delas cruzadas, atrás das portas das moradias, na crença de que isso neutralizará a ação de inimigos. Considerada uma planta tóxica – por produzir saponinas (substâncias que foram espumas e têm propriedades detergentes e ácidos orgânicos prejudiciais aos seres vivos – figura 11) a espada-de-são-jorge talvez tenha seu uso místico relacionado à produção dessas substâncias. A associação de que substâncias que fazem mal à saúde humana devem igualmente prejudicar os desejos humanos (inveja, maldições e

quebrantos) é feita livremente nas crenças e em certas religiões, perpetuando-se por gerações. E os estudos vêm demonstrando que muito desse conhecimento popular tem base científica e que ele vem ajudando pesquisadores de vários laboratórios do mundo – inclusive no Brasil – a descobrir substâncias importantes para a indústria farmacêutica e química.

Figura 10. A espada-de-são-jorge.

https://4.bp.blogspot.com/-Zfx9iXhVY98/W1y_dlpIdMI/AAAAAAAAATgg/tijKqUoMTMMuAKbKzPND9GWx_rcdYh3pwCLcBGAs/s1600/DSC_0530_1.jpg

NÃO!... NÃO É TUDO A MESMA COISA.

Figura 8. A diferença entre a umbanda e o candomblé. <http://3.bp.blogspot.com/-uajtbYFwS7U/Uujelvycul/AAAAAAAAAMT4/hcnblzAinFY/s1600/000.jpg>

Figura 9. Ossaim, a divindade das plantas. <https://7flechasejurema.blogspot.com/2017/08/ossaim.html>

Figura 11. Ácido glicirrético um tipo de saponina. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Glycyrrhetic_acid_structure.svg

Química em ação: O uso medicinal de plantas.

O uso de plantas no tratamento e na cura de enfermidades é tão antigo quanto à espécie humana. Ainda hoje nas regiões mais pobres do país e até mesmo nas grandes cidades brasileiras, plantas medicinais são comercializadas em feiras livres, mercados populares e encontradas em quintais residenciais. Duas das mais importantes plantas medicinais brasileiras da atualidade a *Croton cajucara* Benth, uma euforbiácea, muito utilizada na medicina popular da região Amazônica, cujo uso vem sendo difundido por todo o país. Esta planta é encontrada em diferentes formulações nas farmácias de produtos naturais do Sudeste.

O *Croton cajucara*, vulgarmente conhecido por sacaca (feitiço na língua Tupi), representa um recurso medicinal de grande importância no tratamento e cura de várias doenças. No estado do Pará, as folhas e cascas do caule desta planta são utilizadas em forma de chá ou pílulas, no combate a diabetes, diarreia, malária, febre, problemas estomacais, inflamações do fígado, rins, vesícula e no controle de índices elevados de colesterol. A sacaca também é comercializada em farmácias de manipulação e, neste caso, o pó das cascas do caule é vendido em cápsulas (concentração aproximada de 250 mg). As folhas são comercializadas em feiras livres da cidade de Belém-PA, para distúrbios do fígado e auxilia na digestão, principalmente após ingestão de alimentação rica em gorduras. O pó das folhas é vendido em farmácias de manipulação, com indicação

hepatoprotetora, para tratamento de diabetes e para dietas de emagrecimento. O chá das folhas é indicado em academias e ginástica da cidade de Belém para diminuição de peso corporal, em dietas de emagrecimento. Porém, inúmeros casos de hepatite tóxica já foram notificados em hospitais públicos dessa cidade, devido ao uso prolongado deste chá, em dosagens concentradas. Neste estudo foi possível isolar os clerodanos trans-desidrocrotonina (DCTN) (1); trans-crotonina (CTN) (2); cis-cajucarina B (3); cajucarina A (4) e cajucarinolida (5), previamente reportados em adição aos clerodanos inéditos trans-cajucarina B (6) e sacacarina (7) (figura 12). O triterpeno ácido acetilauritólico (AAA) (8) também foi isolado das cascas do caule desta planta. O DCTN mostrou correlação com grande parte das propriedades terapêuticas da planta, tendo sido possível evidenciar as seguintes propriedades farmacológicas: ação antiinflamatória e antinociceptiva (correlacionados com as indicações da planta para cura de inflamações em geral); efeito hipoglicemiante (tratamento de diabetes e do colesterol); atividade antiespasmódica (cura de diarreia); atividade antiulcerogênica (tratamento de problemas estomacais como azia, gastrite, úlcera gástrica). Experimentos biológicos realizados com o AAA mostraram que este triterpeno possui atividade antiespasmódica ação antiinflamatória e antinociceptiva. Esta substância mostrou-se inativa em testes que avaliam atividades antitumoral e antiulcerogênica.

Figura 12. As substâncias extraídas da *Croton cajucara*.

QUÍMICA EM AÇÃO: PAÍS DEIXA DE GERAR US\$ 5 BI POR ANO COM FITOTERÁPICOS.

O Brasil deixa de gerar cerca de US\$ 5 bilhões ao ano por não conseguir transformar sua flora em remédios. Essa é a diferença entre o valor movimentado pelo tímido mercado brasileiro de fitoterápicos e por mercados como o francês, o japonês e o alemão - países com uma biodiversidade muito menor que a brasileira, mas que tiveram sucesso na transformação de moléculas de plantas em medicamentos. Até hoje, só um fitoterápico baseado na flora brasileira foi desenvolvido em território nacional. Trata-se do anti-inflamatório Acheflan, concorrente do Cataflam. O mercado mundial de fitoterápicos envolve hoje cerca de US\$ 44 bilhões, segundo a consultoria *Analyze and Realize*, que atende algumas das maiores indústrias farmacêuticas do mundo. O valor está crescendo. Segundo a Associação Brasileira de Empresas do Setor Fitoterápico, não existem dados oficiais sobre o tamanho desse mercado no Brasil. As estimativas variam entre US\$ 350 milhões e US\$ 550 milhões. Os pesquisadores acreditam que o país, por ser dono da maior biodiversidade do planeta, deveria ter um papel de liderança na área. Um deles é o farmacólogo Manoel Odorico de Moraes, da Universidade Federal do Ceará, que tratou do assunto na Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, em Brasília, no fim do mês passado. "Toda a indústria farmacêutica brasileira foi construída em cima da cópia", diz ele, reclamando que as empresas nacionais investem pouco em inovação. Segundo a Associação Brasileira de Empresas do Setor Fitoterápico, não existem dados oficiais sobre o tamanho desse mercado no Brasil. As estimativas

variam entre US\$ 350 milhões e US\$ 550 milhões. Os pesquisadores acreditam que o país, por ser dono da maior biodiversidade do planeta, deveria ter um papel de liderança na área. Um deles é o farmacólogo Manoel Odorico de Moraes, da Universidade Federal do Ceará, que tratou do assunto na Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, em Brasília, no fim do mês passado. "Toda a indústria farmacêutica brasileira foi construída em cima da cópia", diz ele, reclamando que as empresas nacionais investem pouco em inovação. Segundo o químico Lauro Barata, da Unicamp, o Brasil poderia muito bem exportar para os países desenvolvidos. "Se você tiver remédios com eficiência e segurança, consegue mandar o produto para qualquer lugar. Mas o Brasil só estuda, estuda, publica e nada mais." "O mercado de fitoterápicos é muito menor do que poderia ser. Teria potencial para movimentar muito dinheiro", diz José Roberto Lazzarini, diretor de pesquisa dos Laboratórios Aché. Além do Acheflan, há mais de 420 fitoterápicos registrados na Anvisa, de 60 plantas diferentes. Apenas dez são de plantas nacionais - e os medicamentos não foram desenvolvidos por aqui. Há problemas anteriores à falta de interesse dos investidores, porém. O país sofre com a falta de biotérios que possam oferecer camundongos de qualidade para testes de medicamentos. Além disso, os pesquisadores relatam dificuldades para acessar a flora do país. As leis contra biopirataria acabaram por burocratizar excessivamente os seus trabalhos, reclamam.

O Acheflan, único, por enquanto, a vencer essas barreiras, levou sete anos e R\$ 15 milhões para ficar pronto. Ele foi fruto de uma parceria entre a iniciativa privada, que entrou com o dinheiro, e o grupo da Universidade Federal de Santa Catarina liderado por João Batista Calixto. A planta da qual a equipe de Calixto elaborou o anti-inflamatório Acheflan, comercializado desde 2005 pelo Laboratório Aché, é a erva-baleeira (*Cordia verbenacea*), típica da mata atlântica. Ele é usado como pomada - nessa fatia do mercado, acabou ultrapassando o Cataflam. O Laboratório Aché, que é uma empresa brasileira, ficou com a patente do princípio ativo. Os cientistas receberam pelo seu serviço, mas o contrato não prevê nenhum tipo de royalty para eles. Todo o trabalho foi feito em sigilo, sem publicação das conclusões parciais em revistas científicas.

Figura 13. *Cordia verbenacea*, popularmente chamada de Erva baleeira, Maria-preta, Maria-milagrosa, Catanga de barão ou Pimenteira, é utilizada no tratamento da úlcera gástrica, artrite reumatóide e diversos processos inflamatórios e infecciosos.

[illegible]

Página | 9

Apêndice B. Procedimento Experimental

B.1 A Química dos Produtos de Higiene Pessoal

A Química dos Produtos de Higiene Pessoal.

Edição Especial

Procedimento Experimental de Reconhecimento de Funções Orgânicas

Produtos de Higiene Pessoal têm Diferenças?

Até o sabão tem a sua história.

Fonte: <https://biomedicinaestetica.com.br/media/2016/06/marcelo-reis-perillo-anvisa.jpg>

Sabão e Xampu: qual é a diferença? 2

A Estrutura do Cabelo/A ação do xampu sobre o cabelo 3

Babosa: o produto natural de mil e uma utilidades 4

Experimento: Xampu de Babosa 5

Química em Ação: Glicerina: um subproduto valioso/O que é sabonete? 6

O que é condicionador de cabelo?/ O impacto Ambiental de sabões e detergentes 7

Biosurfactantes e o meio ambiente: a resolução dos problemas dos detergentes não biodegradáveis 8

Construa seu próprio vocabulário/Bibliografia 9

Produtos de Higiene Pessoal têm Diferenças?

Estamos tão habituados, hoje em dia, com os produtos de limpeza e higiene pessoal que vêm sendo desenvolvidos com o correr dos anos, que sequer paramos para pensar no que acontece quando lavamos os cabelos com um xampu qualquer. Por que não usar um sabão comum ou outro produto de limpeza no lugar dessa coisa que se convencionou chamar xampu? E os condicionadores, para que servem? Para entender mais sobre xampus e outros detergentes semelhantes é preciso voltar um pouco no tempo e acompanhar o desenvolvimento do

primeiro dos produtos de limpeza, o sabão comum.

Até o sabão tem a sua história.

Como o preparo de vinho a partir da fermentação de suco de uva, a produção de sabão é uma das mais antigas reações químicas conhecidas. Não se conhece sua origem, mas é provável que tenha sido descoberta por acidente quando, ao ferverem gordura animal contaminada com cinzas, nossos ancestrais perceberam uma espécie de 'coalho' branco

flutuando sobre a mistura. O historiador romano Plínio, o Velho (23-79 d.C.), já descreve a fabricação do sabão duro e do mole, mas somente a partir do século XIII este passou a ser produzido em grande escala. Gregos e romanos chegaram a conhecer o sabão. Nas ruínas de Pompéia, destruída aproximadamente em 79 a.C. pela explosão do Vesúvio, arqueólogos desenterraram uma fábrica de sabão. Ao que tudo indica, os romanos não o empregavam

para a limpeza: a maior parte era misturada com aromatizantes para cabelos ou cosméticos e adicionada aos emplastos usados em queimaduras e ferimentos. Só eventualmente se utilizava o sabão para limpeza, ao se lavar o corpo de pessoas homenageadas.

*Um detergente, também chamado de surfactante, é qualquer composto que pode ser utilizado como agente de limpeza. Embora o sabão seja um detergente, esse termo geralmente é usado para designar os substitutos sintéticos do sabão. O nome genérico para essa classe de compostos é 'agentes tensoativos'. Assim, agente tensoativo é qualquer composto que reduz a tensão superficial da água, permitindo que

Figura 2. Ácidos sulfônicos são as estruturas básicas dos detergentes

Sabão e Xampu: qual é a diferença?

No princípio do século XIX ainda se pensava que o sabão fosse uma simples mistura mecânica de gordura e álcali, até que o químico francês Michel-Eugène Chevreul (1786-1889) mostrou que sua formação era na realidade uma reação química. Formados por ésteres, as gorduras animais e os óleos vegetais são insolúveis em água. Reagem com soluções alcalinas, de hidróxido de sódio ou potássio, produzindo sabão. Essa reação é um dos mais antigos processos orgânicos

conhecidos e utilizados pelo homem, permitindo a conversão de gorduras animais e óleos vegetais em sabão. Por esta razão, ela é conhecida como 'reação de saponificação'. (Figura 1A). A característica estrutural mais importante de um sabão é que sua longa cadeia carbônica apresenta uma extremidade carregada (que é atraída pela água) e a outra não se solubiliza na água (Figura 1B). Quando um sabão é agitado com água, forma-se um sistema coloidal contendo agregados

denominados micelas (Figura 1C). Numa micela, as cadeias de carbono (lipofílicas) ficam voltadas para o centro e as partes com carga (hidrofílicas) ficam em contato com a água. Os íons positivos (Na^+) ficam na água. Os xampus são materiais utilizados na limpeza dos cabelos e contêm em suas formulações um ou mais tipos de detergentes* sintéticos – ver Quadro ao lado – (além de outras substâncias, tais como perfumes, conservantes, espessantes etc) que têm como função, como veremos a seguir, remover a gordura do cabelo.

Figura 1. (A) – A reação química de Saponificação; (B) – Característica estrutural do sabão; (C) – Formação de Micelas.

A Estrutura do Cabelo

O poder limpante do xampu geralmente refere-se a sua capacidade para remover gordura, sujeira e matéria estranha do cabelo e do couro cabeludo. A gordura aparece no cabelo na forma de sebo que exerce algumas outras funções importantes, como revestir a cutícula (a camada mais externa do cabelo), prevenindo a perda de água do interior do fio capilar — água que mantém o cabelo macio e brilhante. O revestimento também faz o cabelo parecer liso, além de prevenir o desenvolvimento de bactérias. O sebo é secretado pelas glândulas sebáceas localizadas no couro cabeludo e age nas cutículas por capilaridade no fio capilar. O excesso e o acúmulo de sebo podem dar ao cabelo uma aparência gordurosa e, por ser um material pegajoso, acumula poeira e materiais estranhos ao cabelo. Cada fio de cabelo é constituído basicamente de proteínas formadas por cadeias longas e paralelas de aminoácidos ligados entre si. Há três modos pelos quais elas podem conectar-se umas às outras: por ligações de hidrogênio, por ligações iônicas entre grupos ácidos e básicos e por ligações dissulfeto.

Figura 3. Representação esquemática das ligações laterais de cadeias de proteínas em cabelos.

Fonte: (GRACE, 2015) I understood how water molecules are linked to each other by hydrogen bonds. But I have a problem drawing these bonds in other biomolecules. Thanks! | Socratic

A ação do xampu sobre o cabelo

Como Funciona o Xampu

A maior parte dos xampus contém ingredientes condicionantes fabricados para facilitar o pentear do cabelo quando úmido ou seco, e macio e brilhante quando seco.

1) Antes da Lavagem

A Glândula sebácea (laranja) na base do cabelo secreta sebo. Esta proteção dirige-se para o cabelo atrairdo sujeira que não é solúvel em água.

2) Lavando

O surfactante (detergente) aniónico forma as micelas sobre a sujeira e gordura e carrega para fora do cabelo.

3) Fase Diluída

Lavando o cabelo a concentração do surfactante é diluído na água. A sujeira é removida.

4) Condicionante

As moléculas condicionante catiónicas (surfactantes) atraem para a superfície aniónica do cabelo cobrindo-o. Isso deixa o cabelo macio e sedoso.

Fonte: (VIEWS, 2013)

ChemistryViews.org/© Wiley-VCH

Figura 4. *Aloe vera* (babosa).

Fonte: (ZANIN, 2020) Tua Saúde (tuasaude.com)

Figura 5. O tratamento de cabelo de Cleópatra.

Fonte: aloevera cleopatra skin hair | Unveil Nature's Beauty Secrets (wordpress.com)

Figura 6. A Estrutura molecular a aloína.

Fonte: Aloína – Wikipédia, a enciclopédia livre (wikipedia.org)

Babosa: o produto natural de mil e uma utilidades.

Aloe vera (figura 4), conhecida popularmente no Brasil como babosa, é uma planta suculenta que tem sido cultivada e utilizada para primeiros socorros e cuidados com a pele desde os tempos antigos. Hoje em dia, a planta da *Aloe vera* é frequentemente cultivada em casa, para fins básicos de primeiros socorros e diversos cuidados para a saúde. Comercialmente, a *Aloe vera* é tipicamente cultivado para uso em produtos de beleza e cosméticos. Acredita-se amplamente que o gênero *Aloe* teve origem especificamente no norte da África e foi transportado através do Oriente Médio ao longo das rotas comerciais da antiguidade. Várias esculturas rupestres egípcias de 6000 anos de idade da planta da *Aloe* (cerca de 8000 a.C.) levam alguns a acreditar que os antigos egípcios estavam a usar remédios para a *Aloe*, pelo menos desde essa época. No entanto, o primeiro relato escrito onde são registrados usos medicinais da *Aloe vera* está em uma placa de pedra suméria de cerca de 2100 a.C. O famoso texto médico egípcio, Papyrus Ebers (cerca de 1550 a.C.) contém uma discussão detalhada sobre os benefícios medicinais da *Aloe vera*. A rainha Nefertiti, que governou o Egito de 1353-1336 a.C., usou alegadamente *Aloe vera* na sua rotina de beleza. Cerca de 500 anos depois, a *Aloe* é referida no Antigo Testamento da Bíblia, principalmente no Cântico dos Cânticos de Salomão 4:14 onde está incluído numa lista de ervas, especiarias e plantas preciosas. Apenas 200 anos depois disso, acredita-se que Alexandre o Grande tenha conquistado uma ilha

em 333 a.C. por plantas de *Aloe vera* para tratar feridas adquiridas por seus soldados. Uma das mais famosas (ou infames) mulheres bonitas de todos os tempos, Cleópatra, que governou o Egito de 51-30 a.C. como a rainha Nefertiti antes dela, também se diz ter usado *Aloe vera* em sua rotina de beleza (figura 5). A aloína é um composto amargo e amarelado encontrado na planta do *aloe vera*. É usado como estimulante, laxante e para tratar obstipação (prisão de ventre) demonstrada na figura 6.

Experimento: Xampu de Babosa

• Reagentes:

- Lauril éter sulfato de sódio (base para o xampu);
- cloreto de sódio (sal de cozinha);
- água destilada;
- amida 80;
- polpa de babosa;
- conservante (solução de Nipazol),
- essência de capim limão (perfume)

• Preparação: 200 mL de xampu.

1. Medir, com o auxílio de uma balança, 2 g de cloreto de sódio. Não colocar o sal diretamente sobre o prato da balança. Utilizar um pedaço de papel ou vidro de relógio.
2. Medir com o auxílio de uma proveta, 50 mL de água destilada (ou fervida). Colocar, em um copo de Becker de 100 mL, e adicionar o sal medido no item anterior. Mexer bem para dissolver. Reservar.
3. Medir, com o auxílio da proveta, 60 mL de base para xampu.
4. Colocar em um copo de Becker de 250 mL. Em um outro copo de Becker de 250 mL limpo, adicionar duas colheres de sopa de polpa de babosa, que se obtém ao raspar no interior da folha.
5. Adicionar à babosa do item anterior 70 mL de água destilada (ou fervida). Adicionar, também uma colher de amida 80. Mexer bem.
6. Adicionar a mistura da babosa do item 5 ao copo do Becker que contém a base do xampu (item 3).
7. Adicionar a solução de cloreto de sódio no item 2., lentamente, e com constante agitação, sobre a mistura do item 6. Mexer bem até que fique uma mistura bem espessa.
8. Acrescentar, em seguida, 1 mL do conservante e mexer bem. Adicionar 0,5 mL da essência. O xampu estará pronto!

Figura 7. A estrutura molecular do lauril éter sulfato de sódio. Fonte: ¿Qué es un surfactante o tensioactivo aniónico? - Curiosoando

Figura 8. A estrutura molecular da Amida 80. Fonte: Dietanolamida de ácido graxo – Wikipédia, a enciclopédia livre (wikipedia.org)

Figura 9. A estrutura molecular do Nipazol (metilparabeno). Fonte: Metilparabeno – Wikipédia, a enciclopédia livre (wikipedia.org)

Figura 10. A estrutura molecular do capim-limão (citral). Fonte: (BRUNNING, 2019)

Curiosidades (1)

- Alguns detergentes sintéticos anfóteros possuem a propriedade de não irritar os olhos, além de formarem uma quantidade moderada de espuma. Por esta razão, são usados nos xampus para bebês.

- Em toda a Idade Média, nem a aristocracia nem a classe pobre tinha muita inclinação para o banho. A rainha Isabella (1451- 1504) da Espanha orgulhava-se de ter tomado apenas dois banhos em toda a sua vida: um quando nasceu e outro no dia de seu casamento. Já a rainha Elizabeth I (1558-1603) da Inglaterra era uma entusiasmada banhista. Precisassem ou não, tomava um banho a cada três meses.

- Até meados do século XIX, o banho do corpo nu foi considerado pecado pela Igreja, tendo em vista que esta era uma prática dos pagãos gregos e romanos. Além da pressão religiosa, a falta de água aquecida e de sabão também serviam de desencorajamento para a prática do banho.

Química em Ação.

Glicerina: o subproduto valioso

A glicerina (ou glicerol) é um subproduto da fabricação do sabão. Por esse motivo, toda fábrica de sabão produz também glicerina. Ela é adicionada aos cremes de beleza e sabonetes, pois é um bom **umectante** (figura 11), isto é, mantém a umidade da pele. Em produtos alimentícios, ela também é adicionada com a finalidade de manter a umidade do produto.

O mercado global de glicerina deverá crescer de forma consistente e passar a movimentar US\$ 2,1 bilhões ao ano a partir de 2024.

Figura 11. Os umectantes, como por exemplo a glicerina, interagem com a superfície do material que se deseja umectar (pele, cabelo, produto alimentício) e também com a água. A interação com a água ocorre por meio de ligações de hidrogênio.

O que é sabonete?

O sabonete é fabricado por meio da mesma reação química que produz o sabão (saponificação de triacil gliceróis), porém com alguns cuidados adicionais. Primeiramente, evita-se a presença de impurezas de odor desagradável, mais frequentes no sabão em barra, e adiciona-se uma essência escolhida para perfumar adequadamente o produto. No sabonete, costuma-se deixar a glicerina produzida junto com o sabão, uma vez que ela atua como umectante e evita a sensação desagradável de ressecamento da pele que sentimos após usar um sabão comum. Os chamados sabonetes glicerinados contêm ainda mais glicerina que os normais. Outro recurso

que os fabricantes empregam para deixar o sabonete mais agradável ao toque consiste na escolha adequada da matéria-prima (triacilglicerol). Sabe-se que, quanto mais curta for a cadeia carbônica do sabão e quanto maior o número de ligações duplas, mais solúvel e, consequentemente, mais agradável será o sabonete. Os sabonetes transparentes são obtidos fazendo-se uma mistura, em proporções adequadas, de sabão, glicerina e etanol. Figura 12 A. Os sabonetes líquidos são géis de laurel sulfatos que agem como surfactantes juntamente com aditivos como o álcool esteárico que produz a aparência opaca (aspecto perolado) figura

12 B. O pH da pele varia entre 4,5 a 5,5 enquanto o pH do sabonete varia entre 8 a 11 – alcalino produzindo o efeito de limpeza – e do sabonete líquido apresenta pH entre 4 e 6 próximo da pele.

Figura 12. (A) – Sabonete; (B) – Surfactantes do sabão líquido.

Química em Ação.

O que é condicionador de cabelos?

Após lavar a cabeça, nosso cabelo geralmente fica espetado e áspero. Isso se deve, entre outros fatores, à repulsão entre uma pequena quantidade de cargas elétricas que permanecem no cabelo após a lavagem, provenientes do xampu. Os cremes condicionadores contêm substâncias que vão justamente neutralizar essas cargas elétricas, fazendo o

cabelo ficar mais macio. Tais substâncias são, geralmente, tensoativos catiônicos e ceras naturais ou artificiais. O princípio de funcionamento dos amaciantes de roupa é o mesmo dos condicionadores de cabelo. Após a lavagem da roupa, as fibras têxteis (por exemplo, de algodão) ficam ásperas em consequência da ação do tensoativo aniônico presente no sabão em pó. O amaciante de roupas

consiste em um tensoativo catiônico ou não iônico capaz de minimizar tal efeito.

Curiosidades (2)

- No século XIX, membros de certas ordens religiosas continuavam a tomar banho com camisolas para evitar que seus corpos fossem despidos.
- O ato de tomar banho com sabão e água aconteceu graças ao Movimento Sanitário iniciado em Londres como resposta à sujeira onipresente — aos poucos reconhecida como uma das causas de cólera e de febre tifóide. Canais de esgotos foram construídos, o lixo foi transportado para longe dos centros urbanos, bebedouros públicos foram isolados de locais contaminados e as pessoas foram encorajadas a tomar banho e a lavar suas roupas.
- Os colonizadores portugueses recém-chegados ao Brasil incorporaram o hábito de tomar banho imitando os índios brasileiros.
- A inclusão da nomenclatura oficial dos componentes nos rótulos, obrigatória por lei, às vezes é usada para dar uma imagem de mais qualidade (ou *status*) ao xampu. Um exemplo é o anúncio do xampu neutro e de suas possíveis vantagens. Um xampu neutro é de fato melhor para os cabelos que um alcalino, mas, pelo que vimos, o ideal é que ele seja levemente ácido.

O impacto ambiental de sabões e detergentes

Diariamente, sabões e detergentes usados nas residências atingem o sistema de esgotos e acabam indo parar em rios e lagos. Lá, com o movimento das águas, formam uma camada de espuma na superfície, que impede a entrada de oxigênio, essencial para a vida dos peixes. As aves aquáticas também são muito prejudicadas com a poluição da água por sabões e detergentes. Elas possuem um revestimento de óleo em suas penas e boiam na água graças à camada de ar que fica presa debaixo delas. Quando esse revestimento é removido, essas aves não conseguem mais boiar e se afogam. Após algum

tempo, esses resíduos de sabões são decompostos sob a ação dos microrganismos que vivem no ambiente aquático. A esse processo damos o nome de biodegradação. Sabões são fabricados a partir de substâncias presentes na natureza viva (os óleos e as gorduras) e existem muitos microrganismos capazes de degradá-los. Todo sabão é biodegradável. Já os detergentes sintéticos podem ou não ser biodegradáveis (figura x). Experiências mostram que os detergentes de cadeia carbônica não ramificada são biodegradáveis, ao passo que os de cadeia ramificada não são. A legislação atual exige que os detergentes sejam biodegradáveis.

Figura 13. Produtos Biodegradáveis e não Biodegradáveis.

Biosurfactantes e o meio ambiente: a resolução dos problemas dos detergentes não biodegradáveis.

Os surfactantes constituem uma classe importante de compostos químicos amplamente utilizados em diversos setores industriais. A grande maioria dos surfactantes disponíveis comercialmente são sintetizados a partir de derivados de petróleo. Entretanto, o crescimento da preocupação ambiental entre os consumidores, combinado com novas legislações de controle do meio ambiente levaram à procura por surfactantes naturais como alternativa aos produtos existentes. A maior utilização dos surfactantes se concentra na indústria de produtos de limpeza (sabões e detergentes), na indústria de petróleo e na indústria de cosméticos e produtos de higiene. A produção mundial de surfactantes excede 3 milhões de toneladas por ano, sendo a maioria utilizada como matéria-prima para fabricação de detergentes de uso doméstico. Vários compostos com propriedades **tenso-ativas** (tensão superficial é uma propriedade física em relação a resistência que a superfície de um líquido oferece a sofrer deformação – figura 14) são sintetizados por organismos vivos, desde plantas (saponinas) até microrganismos (glicolipídios – molécula de lípideo ligado a um resíduo de uma molécula de açúcar) e também no organismo humano (saís biliares), sendo considerados surfactantes naturais.

Figura 14. Uma molécula “típica” presente em um líquido é atraída por todas as suas vizinhas. Já uma molécula da superfície só é atraída pelas moléculas laterais e inferiores. Isso dá origem à tensão superficial do líquido, que é tanto mais forte quanto mais intensas forem as interações intermoleculares.

Atualmente, nos países industrializados 70-75% dos surfactantes consumidos são de origem petroquímica, enquanto que nos países em desenvolvimento os compostos de origem natural predominam. Entretanto, nos países industrializados existe uma

tendência para a substituição dos surfactantes sintéticos pelos naturais. Os compostos de origem microbiana que exibem propriedades surfactantes, isto é, diminuem a tensão superficial e possuem alta capacidade emulsificante, são denominados biosurfactantes e consistem em subprodutos metabólicos de bactérias, fungos e leveduras. Os biosurfactantes poliméricos são constituídos por diversos grupos químicos diferentes como, por exemplo, o liposan de *C. lipolytica*, constituído por carboidratos e proteínas.

Figura 15. Biosurfactante de origem natural.

O maior mercado para os biosurfactantes é a indústria petrolífera, onde são utilizados na produção de petróleo ou incorporados em formulações de óleos lubrificantes. Outras aplicações incluem biorremediação e dispersão no derramamento de óleos, remoção e mobilização de resíduos de óleo em tanques de estocagem, e a recuperação melhorada de petróleo. Outros campos de utilização dos biosurfactantes incluem a indústria de papel, têxtil e cerâmica. O problema econômico da produção de biosurfactantes pode ser significativamente reduzido através do uso de fontes alternativas de nutrientes, facilmente disponíveis e de baixo custo. Uma possível alternativa seria o uso de subprodutos agrícolas ou de processamento industrial. Com o aumento dos esforços no desenvolvimento de novas tecnologias de aplicação, no melhoramento das linhagens e dos processos de produção, e devido à sua versatilidade, biodegradabilidade e baixa toxicidade, os biosurfactantes poderão se tornar compostos de uso comum nas indústrias em um futuro próximo.

Construa o seu próprio vocabulário.

Bibliografia

BARBOSA, A. B.; DA SILVA, R. R. Xampu. **Química Nova na Escola**, 1995. Acesso em: 2019 jul 17.

BRUNNING, A. Chemistry of Soap versus Body Wash. **Reddit**, 2019. Disponível em: <https://www.reddit.com/r/chemistry/comments/8lk74d/chemistry_of_soap_versus_body_wash/>. Acesso em: 08 jan 2021.

CURIOSANDO. ¿Qué es un surfactante o tensioactivo aniónico? **Curiosando**, 2017. Disponível em: <<https://curiosoando.com/surfactante-o-tensioactivo-anionico>>. Acesso em: 10 jan 2021.

FELTRE, R. **Química - Química Orgânica**. 6ª. ed. São Paulo: Moderna, v. 3, 2004.

GRACE, S. V. Hello. Can someone help me with drawing hydrogen bonds among different molecules, with an example below? I understood how water molecules are linked to each other by hydrogen bonds. But I have a problem drawing these bonds in other biomolecules. Thanks! **Socratic Q&A**, 2015. Disponível em: <<https://socratic.org/questions/hello-can-someone-help-me-with-drawing-hydrogen-bonds-among-different-molecules->>>. Acesso em: 08 jan 2021.

NELSON, D. L.; COX, M., M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. 6ª. ed. Porto Alegre: ARTMED, 2014.

NITSCHKE, M.; PASTORE, G. M. Biosurfactantes: Propriedades e Aplicações. **Química Nova**, 2002. Acesso em: 2020 dez 12.

SECRETS, U. N. B. UNVEILED CLEOPATRA'S BEAUTY SECRET ALOEVERA- THE MIRACLE PLANT! **Unveil Nature's Beauty Secrets**, 2011. Disponível em: <<https://praktitilherbals.wordpress.com/tag/aloevera-cleopatra-skin-hair/>>. Acesso em: 09 jan 2020.

VIEWS, C. Shampoo Science. **Chemistry Views**, 2013. Disponível em: <https://www.chemistryviews.org/details/ezone/4007741/Shampoo_Science.html>. Acesso em: 09 jan 2020.

WIKIPÉDIA. Dietanolamida de ácido graxo. **Wikipédia**, 2013. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Dietanolamida_de_%C3%A1cido_graxo>. Acesso em: 10 jan 2021.

WIKIPÉDIA. Metilparabeno. **WIKIPÉDIA**, 2019. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Metilparabeno>>. Acesso em: 10 jan 2021.

WIKIPÉDIA. Aloína. **Wikipédia**, 2020. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Alo%C3%ADna>>. Acesso em: 10 jan 2021.

WIKIPÉDIA. Citral. **Wikipédia**, 2020. Disponível em: <<https://de.wikipedia.org/wiki/Citral>>. Acesso em: 10 jan 2021.

ZANIN, T. Suco de babosa: para que serve e como fazer. **Tua Saúde**, 2020. Disponível em: <<https://www.tuasaude.com/suco-de-babosa/>>. Acesso em: 09 jan 2021.

B.2 Relatório

Experimento: A Química dos Produtos de Higiene Pessoal.			
Escola:	Série:	Grupo:	
Nome:			n°

Relatório

1) Descreva o procedimento experimental realizado pelo grupo inclusive os possíveis erros de execução do experimento.

2) Identifique os grupos funcionais (funções orgânicas) presentes nos reagentes que constituem o xampu de babosa produzido.

A partir das informações, responda à questão 3.

- Espessantes: aumento da viscosidade do xampu (propriedade física que caracteriza a resistência de escoamento de um fluido – líquidos ou gases) melhorando sua estabilidade, o sensorial e a aparência;
- Conservantes: impedir danos no produto causadas por microrganismos e para proteger o produto contra a contaminação durante a utilização.
- Agentes condicionantes: hidratar os cabelos e evitar irritações no couro cabeludo.
- Fragrância: o cheiro do produto; mascarar o cheiro ruim do produto;
- Impulsionadores de Espumas: substância que aumenta a produção de espuma; em sua grande parte são alcanolamidas.

3) Identifique no quadro abaixo que é (são) a(s) respectiva(s) funções das substâncias que atuam no xampu produzido experimentalmente. Caso se necessário, realize uma pesquisa com as fontes a seguir:

Função	Substância
Surfactante	
Fragrância	
Agentes condicionantes	
Espessantes	
Impulsionadores de espumas	
Conservantes	
Modificadores	

4) Com um béquer limpo em mãos, adicione 10 mL de água e com um conta gotas, adicione uma gota do xampu produzido experimentalmente. Misture lentamente sem realizar espuma. Depois, adicione 10 gotas do indicador de repolho roxo. Qual a cor da solução após a adição do indicador? Qual o valor do pH do seu produto? Utilize a legenda abaixo para responder.

Indicador de pH para o repolho roxo

5) As funções orgânicas caracterizam em suas estruturas comportamentos de acidez e alcalinidade (basicidade).

- Caráter Ácido:

Ácidos Inorgânicos fortes (HCl) > Ácidos Carboxílicos > Fenóis > Água > Álcoois > Alcinos > Alcanos

- Caráter básico:
 - o Aminas: primárias: $\text{R}-\text{NH}_2$ ($\text{Ar}-\text{NH}_2$); secundárias: R_2NH (Ar_2NH); terciárias: R_3N (Ar_3N); onde R representam a cadeia carbônica e Ar representam um anel aromático.
 - o Amidas: são substâncias neutras.

Agora, observando o resultado da questão 4 e observando a estrutura molecular de todos os reagentes utilizados na produção do xampu de babosa você diria que o seu xampu é utilizável? Utilize a tabela abaixo como orientador de sua resposta.

Parte do corpo	pH	Ações no Corpo
Cabelo	4 - 5	Nada ocorre.
Cabelo	1 - 2	Quebras das ligações iônicas e de hidrogênio; as ligações dissulfeto mantêm as cadeias proteicas juntas.
Cabelo	$\geq 8,5$	Algumas ligações dissulfeto são quebradas e consequentemente, a cutícula apresenta um aspecto áspero. Essa aspereza deixa o cabelo sem nivelamento, tornando-o opaco com surgimento de ponta nos fios.
Cabelo	> 12	todos os três tipos de ligações são quebrados, ocasionando eventuais quedas de cabelos.

Apêndice C. Procedimento Lúdico

C.1 Cartas Objetivo

Metanoato de etila

Groselha

Fórmula Molecular	$\text{C}_3\text{H}_7\text{O}_2$
Ligações Simples	8
Ligações Duplas	1
Número de átomos por captação	C = 1; H = 2; O = 1
Número de ligações simples por captação	2
Número de ligações duplas por captação	1

Etanoato de butila

Maçã-verde

Fórmula Molecular	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$
Ligações Simples	15
Ligações Duplas	1
Número de átomos por captação	C = 1; H = 2; O = 1
Número de ligações simples por captação	2
Número de ligações duplas por captação	1

Capsaicina

Pimenta

Fórmula Molecular	$C_{18}H_{27}NO_3$
Ligações Simples	40
Ligações Duplas	4
Número de átomos por captação	C = 6; H = 9; O = 3; N = 1
Número de ligações simples por captação	10
Número de ligações duplas por captação	2

Cafeína

Café

Fórmula Molecular	$C_8H_{10}N_4O_2$
Ligações Simples	31
Ligações Duplas	4
Número de átomos por captação	C = 2; H = 5; O = 2; N = 2
Número de ligações simples por captação	8
Número de ligações duplas por captação	2

Índigo Blue

Indigofera tinctoria

Fórmula Molecular	$C_{16}H_{10}N_2O_2$
Ligações Simples	23
Ligações Duplas	9
Número de átomos por captação	C = 4; H = 5; O = 2; N = 2
Número de ligações simples por captação	6
Número de ligações duplas por captação	5

Eugenol

Cravo da Índia

Fórmula Molecular	$C_{10}H_{12}O_2$
Ligações Simples	20
Ligações Duplas	4
Número de átomos por captação	C = 2; H = 3; O = 1;
Número de ligações simples por captação	5
Número de ligações duplas por captação	2

Ácido Copálico

Copaifera spp.

Fórmula Molecular	$C_{20}H_{32}O_2$
Ligações Simples	52
Ligações Duplas	3
Número de átomos por captação	C = 4; H = 8; O = 2;
Número de ligações simples por captação	13
Número de ligações duplas por captação	1

Teobromina

Grãos de Cacau

Fórmula Molecular	$C_7H_8N_4O_2$
Ligações Simples	18
Ligações Duplas	4
Número de átomos por captação	C = 2; H = 3; O = 1; N = 2
Número de ligações simples por captação	6
Número de ligações duplas por captação	2

Teofilina

Fórmula Molecular	$C_7H_8N_4O_2$
Ligações Simples	18
Ligações Duplas	4
Número de átomos por captação	C = 2; H = 3; O = 1; N = 2
Número de ligações simples por captação	6
Número de ligações duplas por captação	2

Linalol

Fórmula Molecular	$C_{10}H_{18}O$
Ligações Simples	26
Ligações Duplas	2
Número de átomos por captação	C = 3; H = 5; O = 1
Número de ligações simples por captação	7
Número de ligações duplas por captação	1

Piperina

Pimenta Preta

Fórmula Molecular	$C_{17}H_{19}NO_3$
Ligações Simples	35
Ligações Duplas	6
Número de átomos por captação	C = 4; H = 5; O = 2; N = 1
Número de ligações simples por captação	9
Número de ligações duplas por captação	3

Psoraleno

Brosimum gaudichaudii
(Mama cadela)

Fórmula Molecular	$C_{11}H_6O_3$
Ligações Simples	22
Ligações Duplas	6
Número de átomos por captação	C = 4; H = 2; O = 1;
Número de ligações simples por captação	5
Número de ligações duplas por captação	3

Canfora

Cinnamomum
camphora

Fórmula Molecular	$C_{10}H_{16}O$
Ligações Simples	27
Ligações Duplas	1
Número de átomos por captação	C = 2; H = 4; O = 1
Número de ligações simples por captação	7
Número de ligações duplas por captação	1

Cocaína

Erythroxylum coca

Fórmula Molecular	$C_{17}H_{21}NO_4$
Ligações Simples	42
Ligações Duplas	5
Número de átomos por captação	C = 5; H = 6; O = 2; N = 1
Número de ligações simples por captação	11
Número de ligações duplas por captação	3

Dodecano

Espinafre

Fórmula Molecular	$C_{12}H_{26}$
Ligações Simples	37
Ligações Duplas	0
Número de átomos por captação	C = 3; H = 6
Número de ligações simples por captação	6
Número de ligações duplas por captação	0

Metionina

Castanha do Pará

Fórmula Molecular	$C_5H_{11}NO_2S$
Ligações Simples	18
Ligações Duplas	1
Número de átomos por captação	C = 3; H = 6; O = 2; N = 1; S = 1
Número de ligações simples por captação	9
Número de ligações duplas por captação	1

Vitamina E

Óleos Vegetais

Fórmula Molecular	$C_{29}H_{50}O_2$
Ligações Simples	80
Ligações Duplas	3
Número de átomos por captação	C = 10; H = 15; O = 1
Número de ligações simples por captação	20
Número de ligações duplas por captação	1

Dopamina

Neurotransmissor

Fórmula Molecular	$C_8H_{11}NO_2$
Ligações Simples	19
Ligações Duplas	3
Número de átomos por captação	C = 3; H = 4; O = 1; N = 1
Número de ligações simples por captação	5
Número de ligações duplas por captação	1

Serotonina

Fórmula Molecular	$C_{10}H_{12}N_2O$
Ligações Simples	22
Ligações Duplas	4
Número de átomos por captação	C = 2; H = 4; O = 1; N = 1
Número de ligações simples por captação	6
Número de ligações duplas por captação	2

Adrenalina

Fórmula Molecular	$C_9H_{13}NO_3$
Ligações Simples	23
Ligações Duplas	3
Número de átomos por captação	C = 3; H = 4; O = 1; N = 1
Número de ligações simples por captação	8
Número de ligações duplas por captação	1

Nicotina

Tabaco

Fórmula Molecular	$C_{10}H_{14}N_2O$
Ligações Simples	24
Ligações Duplas	3
Número de átomos por captação	C = 2; H = 5; O = 1; N = 1
Número de ligações simples por captação	8
Número de ligações duplas por captação	1

Ácido Abscísco

Estoma aberto em uma folha de tomate

Fórmula Molecular	$C_{15}H_{20}O_4$
Ligações Simples	33
Ligações Duplas	5
Número de átomos por captação	C = 5; H = 5; O = 2;
Número de ligações simples por captação	7
Número de ligações duplas por captação	2

Betacaroteno

Cenoura

Fórmula Molecular	$C_{40}H_{56}$
Ligações Simples	86
Ligações Duplas	11
Número de átomos por captação	C = 8; H = 12
Número de ligações simples por captação	22
Número de ligações duplas por captação	4

Farnesol

Vachellia farnesiana

Fórmula Molecular	$C_{15}H_{26}O$
Ligações Simples	38
Ligações Duplas	3
Número de átomos por captação	C = 5; H = 6; O = 1
Número de ligações simples por captação	6
Número de ligações duplas por captação	1

Sacarose

Cana de açúcar

Fórmula Molecular	$C_{12}H_{22}O_{11}$
Ligações Simples	35
Ligações Duplas	0
Número de átomos por captação	C = 2; H = 5; O = 4
Número de ligações simples por captação	9
Número de ligações duplas por captação	0

Acetato de Pentila

Banana

Fórmula Molecular	$C_7H_{14}O_2$
Ligações Simples	21
Ligações Duplas	1
Número de átomos por captação	C = 2; H = 4; O = 1
Número de ligações simples por captação	5
Número de ligações duplas por captação	1

Hexanoato de Alilica

Abacaxi

Fórmula Molecular	$C_9H_{16}O_2$
Ligações Simples	24
Ligações Duplas	2
Número de átomos por captação	$C = 4; H = 5; O = 1$
Número de ligações simples por captação	6
Número de ligações duplas por captação	1

Nona-3,6-dienal

Melancia

Fórmula Molecular	$C_9H_{14}O$
Ligações Simples	20
Ligações Duplas	3
Número de átomos por captação	$C = 3; H = 5; O = 1$
Número de ligações simples por captação	5
Número de ligações duplas por captação	2

Crocetina

Fórmula Molecular	$C_{20}H_{24}O_4$
Ligações Simples	22
Ligações Duplas	2
Número de átomos por captação	C = 3; H = 5; O = 1
Número de ligações simples por captação	4
Número de ligações duplas por captação	1

Safranal

Fórmula Molecular	$C_{10}H_{14}O$
Ligações Simples	23
Ligações Duplas	3
Número de átomos por captação	C = 3; H = 5; O = 1
Número de ligações simples por captação	5
Número de ligações duplas por captação	1

Juglona

Alfaroa

Fórmula Molecular	$C_{10}H_{14}O$
Ligações Simples	22
Ligações Duplas	3
Número de átomos por captação	C = 3; H = 5; O = 1
Número de ligações simples por captação	5
Número de ligações duplas por captação	2

Metionina

Leite

Fórmula Molecular	$C_5H_{11}NO_2S$
Ligações Simples	29
Ligações Duplas	1
Número de átomos por captação	C = 5; H = 6; O = 2; N = 1; S = 1
Número de ligações simples por captação	10
Número de ligações duplas por captação	1

Camalexina

Arabidopsis thaliana

Fórmula Molecular	$C_{11}H_8N_2S$
Ligações Simples	17
Ligações Duplas	6
Número de átomos por captação	C = 6; H = 4; N = 2; S = 1
Número de ligações simples por captação	9
Número de ligações duplas por captação	3

Homocisteína

Doenças cardiovasculares.

Fórmula Molecular	$C_4H_9NO_2S$
Ligações Simples	15
Ligações Duplas	1
Número de átomos por captação	C = 4; H = 5; O = 1; N = 2; S = 1
Número de ligações simples por captação	5
Número de ligações duplas por captação	1

Cisteína

Aveia

Fórmula Molecular	$C_3H_7NO_2S$
Ligações Simples	12
Ligações Duplas	1
Número de átomos por captação	C = 3; H = 4; O = 1; N = 1; S = 1
Número de ligações simples por captação	4
Número de ligações duplas por captação	1

Acetato de propila

Pera

Fórmula Molecular	$C_5H_{10}O_2$
Ligações Simples	15
Ligações Duplas	1
Número de átomos por captação	C = 2; H = 3; O = 1
Número de ligações simples por captação	3
Número de ligações duplas por captação	1

Testosterona

Fórmula Molecular	$C_{22}H_{32}O_3$
Ligações Simples	57
Ligações Duplas	2
Número de átomos por captação	C = 7; H = 8; O = 2
Número de ligações simples por captação	12
Número de ligações duplas por captação	2

Glicose

Fórmula Molecular	$C_6H_{12}O_6$
Ligações Simples	22
Ligações Duplas	1
Número de átomos por captação	C = 2; H = 4; O = 3
Número de ligações simples por captação	4
Número de ligações duplas por captação	1

Feniletilamina

Neurotransmissor

Fórmula Molecular	$C_8H_{11}N$
Ligações Simples	17
Ligações Duplas	3
Número de átomos por captação	$C = 2; H = 4; N = 1$
Número de ligações simples por captação	3
Número de ligações duplas por captação	1

Química Orgânica

Crash, Boom,
Bang!

Em Produtos Naturais
(Carta Objetivo)

REGRAS***PREPARAÇÃO***

Antes do início do jogo, cada jogador deverá retirar uma carta objetivo específica e anotar o nome da substância na folha de construção da molécula bem como identificar na mesma as funções orgânicas presentes. Após o preenchimento, o jogador que contém a carta objetivo de maior quantidade de átomos e carbono (C) iniciará o jogo. Em caso de empate entre os jogadores que apresentaram idêntica quantidade dos átomos de carbono, os átomos de hidrogênio (H) ocasionarão o desempate. Com o empate da quantidade dos átomos de hidrogênio ficará a sequência dos átomos respectivos de oxigênio (O), nitrogênio (N) e enxofre (S) sucessivamente.

COMO JOGAR

A cada rodada de cartas ganha, o jogador escolherá uma dessas cartas e irá retirar uma das quantidades especificadas da carta objetivo (número de ligações simples, número de ligações duplas, número de átomos específicos) por cada captação. Anote na rodada específica na folha a sua captação. Caso não houver a captação, faça um risco no espaço da rodada. Vence o jogo que construir primeiro a molécula da carta objetivo ou quem construir mais próximo a molécula da carta objetivo nas 30 rodadas.

BOM DIVERTIMENTO!

C.2 Cartas de Desenvolvimento do Jogo

1A Etanol

Número de átomos de carbono	2
Número de Insaturações	0
Porcentagem de massa de Carbono	52%
Número de Heteroátomos	N: 0; O:1; S:0
Número de Funções Orgânicas	2

2A Metanal

Número de átomos de carbono	1
Número de Insaturações	1
Porcentagem de massa de Carbono	30%
Número de Heteroátomos	N: 0; O:1; S:0
Número de Funções Orgânicas	2

3A Ácido Etanóico

Número de átomos de carbono	3
Número de Insaturações	1
Porcentagem de massa de Carbono	62%
Número de Heteroátomos	N: 0; O:1; S:0
Número de Funções Orgânicas	2

4A Dimetil-sulfeto

repolho

Número de átomos de carbono	2
Número de Insaturações	0
Porcentagem de massa de Carbono	39%
Número de Heteroátomos	N: 0; O:0; S:1
Número de Funções Orgânicas	2

5A Undecano

barata

Número de átomos de carbono	11
Número de Insaturações	0
Porcentagem de massa de Carbono	85%
Número de Heteroátomos	N: 0; O:0; S:0
Número de Funções Orgânicas	1

6A Butanona

hortelã

Número de átomos de carbono	4
Número de Insaturações	1
Porcentagem de massa de Carbono	67%
Número de Heteroátomos	N: 0; O:1; S:0
Número de Funções Orgânicas	2

7A Vitamina C

frutas cítricas

Número de átomos de carbono	6
Número de Insaturações	2
Porcentagem de massa de Carbono	41%
Número de Heteroátomos	N: 0; O:6; S:0
Número de Funções Orgânicas	3

8A Aldeído Cinâmico

canela

Número de átomos de carbono	9
Número de Insaturações	5
Porcentagem de massa de Carbono	82%
Número de Heteroátomos	N: 0; O:1; S:0
Número de Funções Orgânicas	2

9A Rutina

Número de átomos de carbono	27
Número de Insaturações	8
Porcentagem de massa de Carbono	53%
Número de Heteroátomos	N: 0; O:16; S:0
Número de Funções Orgânicas	4

10A Cefasloporina C

Número de átomos de carbono	16
Número de Insaturações	1
Porcentagem de massa de Carbono	46%
Número de Heteroátomos	N: 3; O:7; S:1
Número de Funções Orgânicas	6

1B Limoneno

óleo de limão

Número de átomos de carbono	10
Número de Insaturações	2
Porcentagem de massa de Carbono	88%
Número de Heteroátomos	N: 0; O:0; S:0
Número de Funções Orgânicas	1

2B Harmina

cipó de yagé

Número de átomos de carbono	13
Número de Insaturações	6
Porcentagem de massa de Carbono	74%
Número de Heteroátomos	N: 2; O:1; S:0
Número de Funções Orgânicas	3

3B

Vanilina

Número de átomos de carbono	8
Número de Insaturações	4
Porcentagem de massa de Carbono	63%
Número de Heteroátomos	N: 0; O:3; S:0
Número de Funções Orgânicas	3

4B

Anetol

Número de átomos de carbono	10
Número de Insaturações	4
Porcentagem de massa de Carbono	81%
Número de Heteroátomos	N: 0; O:1; S:0
Número de Funções Orgânicas	2

5B Resveratrol

casca de uva vermelha

Número de átomos de carbono	14
Número de Insaturações	7
Porcentagem de massa de Carbono	74%
Número de Heteroátomos	N: 0; O:3; S:0
Número de Funções Orgânicas	2

6B Coniina

cicuta

Número de átomos de carbono	8
Número de Insaturações	0
Porcentagem de massa de Carbono	76%
Número de Heteroátomos	N: 1; O:0; S:0
Número de Funções Orgânicas	2

7B Hexanoato de etila

abacaxi

Número de átomos de carbono	8
Número de Insaturações	1
Porcentagem de massa de Carbono	67%
Número de Heteroátomos	N: 0; O:2; S:0
Número de Funções Orgânicas	2

8B 3,5-dimetil-hept-2-en-4-ona

Avelã

Número de átomos de carbono	9
Número de Insaturações	2
Porcentagem de massa de Carbono	77%
Número de Heteroátomos	N: 0; O:1; S:0
Número de Funções Orgânicas	2

9B

Mentol

Número de átomos de carbono	10
Número de Insaturações	0
Porcentagem de massa de Carbono	77%
Número de Heteroátomos	N: 0; O:1; S:0
Número de Funções Orgânicas	2

10B

Ácido Acetilsalicílico

Número de átomos de carbono	9
Número de Insaturações	5
Porcentagem de massa de Carbono	60%
Número de Heteroátomos	N: 0; O:3; S:0
Número de Funções Orgânicas	3

1C Atropina

beladona

Número de átomos de carbono	17
Número de Insaturações	4
Porcentagem de massa de Carbono	71%
Número de Heteroátomos	N:1; O:3; S:0
Número de Funções Orgânicas	3

2C Catequina

sementes de uva

Número de átomos de carbono	15
Número de Insaturações	6
Porcentagem de massa de Carbono	62%
Número de Heteroátomos	N: 0; O:6; S:0
Número de Funções Orgânicas	3

3C Cis-cajucarina B

Croton caiuara

Número de átomos de carbono	20
Número de Insaturações	4
Porcentagem de massa de Carbono	73%
Número de Heteroátomos	N: 0; O:4; S:0
Número de Funções Orgânicas	4

4C Carvacrol

óleo de orégano

Número de átomos de carbono	10
Número de Insaturações	3
Porcentagem de massa de Carbono	80%
Número de Heteroátomos	N: 0; O:1; S:0
Número de Funções Orgânicas	2

5C Licopeno

Número de átomos de carbono	40
Número de Insaturações	13
Porcentagem de massa de Carbono	89%
Número de Heteroátomos	N: 0; O:0; S:0
Número de Funções Orgânicas	1

6C Ácido Cáprico

Número de átomos de carbono	10
Número de Insaturações	1
Porcentagem de massa de Carbono	70%
Número de Heteroátomos	N: 0; O:2; S:0
Número de Funções Orgânicas	2

7C Alicina

Número de átomos de carbono	6
Número de Insaturações	3
Porcentagem de massa de Carbono	44%
Número de Heteroátomos	N: 0; O:1; S:2
Número de Funções Orgânicas	3

8C δ -Nonalactona

Número de átomos de carbono	9
Número de Insaturações	1
Porcentagem de massa de Carbono	69%
Número de Heteroátomos	N: 0; O:2; S:0
Número de Funções Orgânicas	2

9C Genipina

genipina

Número de átomos de carbono	11
Número de Insaturações	3
Porcentagem de massa de Carbono	58%
Número de Heteroátomos	N: 0; O:5; S:0
Número de Funções Orgânicas	4

10C Non-2-enal

pepino

Número de átomos de carbono	9
Número de Insaturações	2
Porcentagem de massa de Carbono	77%
Número de Heteroátomos	N: 0; O:1; S:0
Número de Funções Orgânicas	2

1D Brasileína

Número de átomos de carbono	18
Número de Insaturações	7
Porcentagem de massa de Carbono	68%
Número de Heteroátomos	N: 0; O:5; S:0
Número de Funções Orgânicas	5

2D Furaneol

Número de átomos de carbono	6
Número de Insaturações	2
Porcentagem de massa de Carbono	56%
Número de Heteroátomos	N: 0; O:3; S:0
Número de Funções Orgânicas	4

3D Alantoína

Número de átomos de carbono	4
Número de Insaturações	3
Porcentagem de massa de Carbono	30%
Número de Heteroátomos	N: 4; O:3; S:0
Número de Funções Orgânicas	3

4D DCTN

Número de átomos de carbono	19
Número de Insaturações	4
Porcentagem de massa de Carbono	73%
Número de Heteroátomos	N: 0; O:4; S:0
Número de Funções Orgânicas	4

5D Ácido butanóico

manteiga rançosa

Número de átomos de carbono	4
Número de Insaturações	1
Porcentagem de massa de Carbono	55%
Número de Heteroátomos	N: 0; O:2; S:0
Número de Funções Orgânicas	2

6D Carvona

óleo de cominho

Número de átomos de carbono	10
Número de Insaturações	3
Porcentagem de massa de Carbono	80%
Número de Heteroátomos	N: 0; O:1; S:0
Número de Funções Orgânicas	2

7D Ácido Angélico

óleo de angélica

Número de átomos de carbono	5
Número de Insaturações	2
Porcentagem de massa de Carbono	60%
Número de Heteroátomos	N: 0; O:2; S:0
Número de Funções Orgânicas	2

8D Ácido Pentanóico

queijo roquefort

Número de átomos de carbono	5
Número de Insaturações	1
Porcentagem de massa de Carbono	59%
Número de Heteroátomos	N: 0; O:2; S:0
Número de Funções Orgânicas	2

9D Isopropeno

leite de serigueira

Número de átomos de carbono	5
Número de Insaturações	2
Porcentagem de massa de Carbono	88%
Número de Heteroátomos	N: 0; O:0; S:0
Número de Funções Orgânicas	1

10D Bixina

Urucun (frutos)

Número de átomos de carbono	25
Número de Insaturações	11
Porcentagem de massa de Carbono	76%
Número de Heteroátomos	N: 0; O:4; S:0
Número de Funções Orgânicas	3

1E

CTN

Número de átomos de carbono	19
Número de Insaturações	3
Porcentagem de massa de Carbono	73%
Número de Heteroátomos	N: 0; O:4; S:0
Número de Funções Orgânicas	4

2E

Trans-Cajuraquina B

Número de átomos de carbono	20
Número de Insaturações	4
Porcentagem de massa de Carbono	73%
Número de Heteroátomos	N: 0; O:4; S:0
Número de Funções Orgânicas	4

3E Aliina

Número de átomos de carbono	6
Número de Insaturações	3
Porcentagem de massa de Carbono	41%
Número de Heteroátomos	N: 1; O:3; S:1
Número de Funções Orgânicas	4

4E Ácido Sulfênico

Número de átomos de carbono	3
Número de Insaturações	1
Porcentagem de massa de Carbono	40%
Número de Heteroátomos	N: 0; O:1; S:1
Número de Funções Orgânicas	2

5E

Halomon

alga vermelha
(Portieria hornemannii)

Número de átomos de carbono	10
Número de Insaturações	1
Porcentagem de massa de Carbono	30%
Número de Heteroátomos	N: 0; O:0; S:0
Número de Funções Orgânicas	2

6E

Penicilina F

Número de átomos de carbono	14
Número de Insaturações	4
Porcentagem de massa de Carbono	54%
Número de Heteroátomos	N: 2; O:4; S:1
Número de Funções Orgânicas	6

7E γ -Nonalactona

Número de átomos de carbono	9
Número de Insaturações	1
Porcentagem de massa de Carbono	69%
Número de Heteroátomos	N: 0; O:2; S:0
Número de Funções Orgânicas	2

8E Brasilina

Número de átomos de carbono	16
Número de Insaturações	6
Porcentagem de massa de Carbono	67%
Número de Heteroátomos	N: 0; O:5; S:0
Número de Funções Orgânicas	3

9E Morfina

Papaver somniferum

Número de átomos de carbono	17
Número de Insaturações	4
Porcentagem de massa de Carbono	72%
Número de Heteroátomos	N: 1; O:3; S:0
Número de Funções Orgânicas	5

10E Quinina

Cinchona pubescens

Número de átomos de carbono	20
Número de Insaturações	6
Porcentagem de massa de Carbono	74%
Número de Heteroátomos	N: 3; O:2; S:0
Número de Funções Orgânicas	5

REGRAS
Participantes: 4 a 6 jogadores.

OBJETIVO
Objetivo: construir a molécula da carta objetivo.

PREPARAÇÃO
As cartas são distribuídas em número igual para cada um dos jogadores. Cada jogador forma seu monte e só vê a primeira carta da pilha. As cartas possuem informações como: número de átomos de carbono, número de insaturações, funções orgânicas, etc. é com essas informações que cada um vai jogar. Inicia o jogo de acordo com as regras do cartão objetivo.

COMO JOGAR
Se você é o primeiro a jogar, escolha entre as informações contidas em sua carta, aquela que você julga capaz ter o valor maior de superar o valor da informação que se encontra nas cartas que seus adversários têm em mãos. Por exemplo, você escolhe a informação funções orgânicas, menciona-a em voz alta e abaixa a carta na mesa. Imediatamente, todos os outros jogadores abaixam a primeira carta na mesa. Imediatamente todos os outros jogadores abaixam a primeira carta de suas pilhas e conferem o valor da informação.

Quem tiver o valor mais alto ganha as cartas da mesa e as coloca embaixo da pilha. Escolha a sua captação, anote na sua folha de construção da molécula a captação da respectiva rodada. O próximo a jogar será o que venceu a jogada anterior. Assim, prossegue o jogo, até que um dos participantes construa a molécula da carta objetivo. Se dois ou mais jogadores abaixam as cartas com o mesmo valor máximo, os demais participantes deixam suas cartas na mesa e a vitória é decidida entre os que empataram. Para isso, quem escolheu inicialmente diz um novo item de sua própria carta, ganhando as cartas da rodada quem tiver o valor mais alto.

CARTA CRASH, BOOM, BANG!
A carta CRASH, BOOM, BANG! é embaralhada com as demais. Suas informações superam todos os dados de cartas marcadas com **B, C, D, E e F**. Assim, se você tiver uma carta CRASH, BOOM, BANG!, sua chance de ganhar de seus adversários é muito grande. Você só vai perder se um deles lhe apresentar uma carta marcada com a letra **A** (1A é a mais forte e a 10A a mais fraca).

BOM DIVERTIMENTO!

C.3 Cartão Resposta

Nome:			Data: / /		Grupo:	
Nome da Substância:					Funções Orgânicas:	
Rodadas de Captação de Estruturas					Construção da Estrutura Orgânica	
	Captação		Captação		Captação	
1ª Rodada		11ª Rodada		21ª Rodada		
2ª Rodada		12ª Rodada		22ª Rodada		
3ª Rodada		13ª Rodada		23ª Rodada		
4ª Rodada		14ª Rodada		24ª Rodada		
5ª Rodada		15ª Rodada		25ª Rodada		
6ª Rodada		16ª Rodada		26ª Rodada		
7ª Rodada		17ª Rodada		27ª Rodada		
8ª Rodada		18ª Rodada		28ª Rodada		
9ª Rodada		19ª Rodada		29ª Rodada		
10ª Rodada		20ª Rodada		30ª Rodada		
LEGENDA: C – carbono; H – hidrogênio; O – Oxigênio; N – Nitrogênio; S – Enxofre; LS – Ligação Simples; LD: Ligação Dupla

C.4. Tabela de Pontuação do Cartão Resposta

Porcentagem de Construção das Estruturas Moleculares	Pontos
Funções Orgânicas Corretas	5
1% - 10%	10
11% - 20%	20
21% - 30%	30
31% - 40%	40
41% - 50%	50
51% - 60%	60
61% - 70%	70
71% - 80%	80
81% - 90%	90
91% - 100%	100

C.5. Tabela de Elementos das Estruturas Moleculares do Cartão Objetivo

Estrutura Molecular	Quantidade Máxima de Elementos (Átomos e Ligações Químicas)	Estrutura Molecular	Quantidade Máxima de Elementos (Átomos e Ligações Químicas)
Metanoato de etila	20	Nicotina	54
Etanoato de butíla	36	Ácido Abscísico	77
Capsaicina	93	Betacaroteno	193
Cafeína	60	Farnesol	83
Índigo Blue	62	Sacarose	80
Eugenol	48	Acetato de Pentila	45
Ácido Copálico	99	Hexanoato de Alilica	53
Teobromina	43	Nona-3,6-dienal	47
Teofilina	43	Crocetina	72
Linalol	57	Safranal	51
Piperina	81	Juglona	50
Psoraleno	48	Metionina	50
Canfora	55	Camalexina	45
Cocaína	90	Homocisteína	33
Dodecano	75	Cisteína	27
Metionina	39	Acetato de propila	33
Vitamina E	164	Testosterona	107
Dopamina	44	Glicose	47
Serotonina	51	Feniletilamina	40
Adrenalina	52		

APENDICE D. Mapas Conceituais de Funções Orgânicas a Partir do Texto Integrador de Conhecimento.

D.1. Mapa Conceitual (a) – Texto: A poesia da fermentação e da produção de bebidas alcoólicas – Função Orgânica: Álcool.

D.2. Mapa Conceitual (b) – Texto: Química e Religião – Funções Orgânicas: Amina e Amida.